

Available online at: <http://jarpet.ft.unand.ac.id/>**Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi**

ISSN (Online) 2797-9024



Research Article

Analisis Kerusakan Komponen Kritis pada Mesin Slitting dengan Pendekatan FMEA

Hary Fandeli¹, Selli Aulia Rezkita¹

¹ Departemen Teknik Industri Universitas Andalas, Limau Manih, Padang, 25176, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Diajukan: 04 Maret 2026
Revisi: 11 April 2026
Diterbitkan: 01 Juni 2026

KEYWORDS

FMEA, Mesin *Slitting*, *Risk Priority Number*, Perawatan Preventif, Industri Baja.

CORRESPONDENCE

E-mail: haryfandeli@eng.unand.ac.id

A B S T R A C T

Industri manufaktur baja di Indonesia saat ini berada dalam fase transformasi dengan tingkat persaingan yang sangat kompetitif, di mana keandalan mesin produksi menjadi variabel krusial untuk meminimalkan pemborosan (*waste*) dan menjaga stabilitas rantai pasok. PT Kunango Jantan, sebagai pemain kunci dalam industri pengolahan baja, sangat bergantung pada mesin *slitting* sebagai jantung awal proses produksi, namun unit ini justru memiliki frekuensi gangguan teknis tertinggi yang memicu *breakdown* mendadak, *downtime* yang signifikan, hingga potensi penalti keterlambatan pengiriman. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap jenis kerusakan pada mesin *slitting* dan menentukan prioritas perbaikan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Melalui analisis data historis tahun 2024, risiko dikuantifikasi berdasarkan parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* untuk menghasilkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*. Hasil penelitian mengidentifikasi 54 kejadian kerusakan yang terbagi dalam 32 *failure mode* dengan ambang batas kritis RPN sebesar 33,84. Sebanyak 11 jenis kegagalan teridentifikasi memiliki nilai di atas batas kritis yang telah ditetapkan. Prioritas risiko tertinggi ditunjukkan oleh kegagalan *Oli Tekor* dengan nilai RPN sebesar 120, diikuti oleh *Oli Hidrolik Tekor* (RPN = 75) dan *Monitor & Sensor Error* (RPN = 64). Temuan ini mengindikasikan bahwa titik lemah utama sistem permesinan terletak pada komponen sistem hidrolik dan sistem kendali. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh belum optimalnya pelaksanaan perawatan preventif. Oleh karena itu, direkomendasikan penerapan standarisasi prosedur inspeksi harian, khususnya pada pemeriksaan volume dan kualitas oli, serta pelaksanaan kalibrasi sensor secara periodik. Langkah ini diharapkan dapat menurunkan potensi kegagalan, meningkatkan keandalan mesin, dan menjamin keberlanjutan operasional perusahaan secara berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Sektor industri manufaktur baja di Indonesia tengah mengalami transformasi dan persaingan yang sangat kompetitif. Sebagai tulang punggung pembangunan infrastruktur nasional, industri baja dituntut untuk terus meningkatkan standar efisiensi produksi dan kualitas produk guna bersaing dengan produk impor maupun kompetitor domestik [1]. Ketatnya persaingan ini memaksa setiap perusahaan manufaktur untuk meminimalkan segala bentuk pemborosan (*waste*), di mana keandalan mesin produksi menjadi variabel penentu yang paling krusial. Dalam ekosistem industri yang bergerak cepat, performa mesin yang optimal bukan lagi sekadar target operasional, melainkan kebutuhan strategis untuk menjaga stabilitas rantai pasok dan daya saing harga di pasar [2].

Tekanan globalisasi dan fluktuasi harga bahan baku, khususnya bahan baku berbasis logam dan energi, menuntut perusahaan untuk memiliki sistem produksi yang adaptif dan tangguh terhadap gangguan. Keterlambatan produksi akibat *downtime* mesin, kerusakan komponen, maupun kegagalan sistem hidrolik atau kelistrikan tidak hanya berdampak pada biaya perbaikan, tetapi juga memicu keterlambatan pengiriman, penalti kontraktual, hingga penurunan kepercayaan pelanggan. Dalam konteks ini, keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*) mesin menjadi indikator kinerja utama yang berpengaruh langsung terhadap produktivitas dan profitabilitas perusahaan [3]. Di sisi lain, tuntutan penerapan praktik manufaktur berkelanjutan (*sustainable manufacturing*) turut memperkuat urgensi pengelolaan mesin yang sistematis dan berbasis risiko. Efisiensi energi, pengurangan limbah, serta optimalisasi umur pakai peralatan hanya dapat dicapai apabila perusahaan memiliki strategi perawatan yang terencana, seperti *preventive maintenance* dan pendekatan analitis berbasis data [4]. Tanpa pengendalian risiko kegagalan yang terstruktur, potensi kerugian finansial dan operasional akan semakin besar, terutama pada industri baja yang karakteristik prosesnya bersifat berat (*heavy industry*) dan berintensitas tinggi terhadap penggunaan mesin.

PT Kunango Jantan hadir sebagai salah satu pemain kunci dalam industri ini, dengan fokus utama pada bidang pengolahan baja dan beton yang melayani berbagai proyek strategis. Sebagai perusahaan manufaktur yang memiliki reputasi besar, PT Kunango Jantan memikul tanggung jawab untuk senantiasa menjaga kelancaran proses produksi demi memenuhi target pasar yang dinamis. Ketepatan waktu pengiriman dan konsistensi kualitas produk menjadi parameter utama dalam menjaga kepuasan serta kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, perusahaan sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur produksinya, di mana gangguan sekecil apa pun pada lini mesin dapat menghambat pencapaian target tahunan dan menurunkan citra perusahaan di mata konsumen [5];[6].

Dalam alur produksi di PT Kunango Jantan, mesin *slitting* memegang peranan vital sebagai "jantung" awal dari seluruh rangkaian proses manufaktur baja. Mesin ini berfungsi untuk membelah koil baja (*mother coil*) yang lebar menjadi beberapa bagian gulungan yang lebih kecil (*slitted coil*) sesuai dengan spesifikasi dimensi yang dibutuhkan. Ketepatan hasil potong dan kecepatan operasional mesin *slitting* menentukan kualitas bahan baku yang akan masuk ke tahap fabrikasi berikutnya. Tanpa hasil potongan yang presisi dari mesin ini, proses pembentukan baja tidak dapat dilakukan secara optimal.

Ketergantungan lini produksi terhadap mesin *slitting* menciptakan titik kritis dalam sistem manufaktur perusahaan. Apabila mesin ini mengalami kerusakan atau kegagalan fungsi, maka seluruh proses di hilir—seperti mesin *forming*, mesin *cutting*, hingga tahap *finishing* pipa baja—akan mengalami pemberhentian total (*bottleneck*). Karena posisinya berada di hulu (awal) aliran material, gangguan pada mesin *slitting* tidak hanya menghambat satu departemen saja, melainkan melumpuhkan ritme kerja seluruh pabrik. Kondisi inilah yang menjadikan keandalan mesin *slitting* sebagai prioritas utama yang harus dijaga demi menjamin aliran produksi yang kontinu dan efisien. Namun, pada realitas operasional di PT Kunango Jantan, mesin *slitting* justru menjadi unit dengan frekuensi gangguan teknis yang paling tinggi dibandingkan mesin produksi lainnya. Fenomena kerusakan mendadak (*breakdown*) sering kali terjadi di tengah proses kerja, yang mengindikasikan adanya ketidakstabilan pada komponen kritis mesin tersebut. Kondisi eksisting ini menunjukkan bahwa performa mesin belum mencapai tingkat keandalan yang diharapkan, sehingga sering terjadi diskontinuitas dalam aliran produksi pipa baja. Dampak dari tingginya frekuensi kerusakan ini sangat merugikan perusahaan dari berbagai aspek. Munculnya *downtime* yang tinggi menyebabkan hilangnya waktu produksi berharga, yang pada akhirnya memicu keterlambatan pengiriman produk kepada konsumen. Keterlambatan ini sering kali berujung pada keharusan perusahaan untuk membayar penalti, yang secara langsung menggerus profitabilitas. Selain kerugian finansial akibat biaya perbaikan yang membengkak, kerusakan mesin yang tidak terprediksi juga meningkatkan potensi risiko keselamatan bagi operator di area produksi.

Masalah utama yang mendasari kondisi ini adalah belum adanya sistem identifikasi risiko kerusakan yang terstruktur dan komprehensif. Manajemen pemeliharaan saat ini masih kesulitan dalam menentukan komponen mana yang memiliki tingkat kekritisan paling tinggi untuk diprioritaskan perbaikannya. Tanpa adanya pemetaan risiko yang jelas, tindakan perawatan yang dilakukan cenderung bersifat reaktif daripada preventif. Oleh karena itu, diperlukan sebuah pendekatan sistematis untuk membedah setiap potensi kegagalan pada mesin *slitting* agar fokus perawatan dapat diarahkan pada kegagalan yang paling berdampak signifikan terhadap kelancaran produksi. Untuk mengatasi permasalahan ketidakpastian risiko pada mesin *slitting* tersebut, diperlukan sebuah pendekatan sistematis melalui metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini dipandang sangat relevan karena kemampuannya dalam mengidentifikasi setiap potensi mode kegagalan, menganalisis akar penyebabnya, serta mengevaluasi dampak yang ditimbulkan terhadap sistem produksi secara menyeluruh [7]. Dengan menggunakan FMEA, setiap gangguan tidak hanya dicatat sebagai kerusakan teknis, tetapi dibedah secara mendalam untuk memahami bagaimana kegagalan tersebut dapat memengaruhi kelancaran operasional di PT Kunango Jantan. Dalam implementasinya, FMEA bekerja dengan menguantifikasi risiko melalui tiga parameter utama, yaitu: Severity (tingkat keparahan dampak), Occurrence (frekuensi terjadinya kegagalan), dan Detection (tingkat kesulitan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi). [8]. Perkalian dari ketiga parameter ini akan menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN). Nilai RPN inilah yang menjadi indikator objektif untuk menentukan peringkat kekritisan setiap komponen mesin [9]. Dengan adanya angka yang terukur, subjektivitas dalam pengambilan keputusan dapat diminimalisir, sehingga manajemen pemeliharaan dapat bekerja lebih akurat.

Keunggulan utama dari penerapan metode ini bagi PT Kunango Jantan adalah kemampuannya dalam mentransformasi strategi perawatan dari yang bersifat reaktif menjadi proaktif. Berdasarkan skala prioritas risiko tertinggi yang dihasilkan oleh analisis RPN, perusahaan dapat mengalokasikan sumber daya perawatan secara tepat sasaran pada komponen-komponen yang paling berisiko menyebabkan *bottleneck*. Pada akhirnya, penerapan FMEA diharapkan dapat menekan frekuensi *breakdown* pada mesin *slitting*, mengurangi biaya penalti akibat keterlambatan produksi, dan menjamin keberlanjutan operasional perusahaan di tengah persaingan industri manufaktur baja yang semakin ketat.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada mesin *slitting* di PT Kunango Jantan dengan memanfaatkan data historis perusahaan. Fokus utama dari penelitian ini adalah mengidentifikasi setiap mode kegagalan pada komponen mesin dan menentukan prioritas perbaikan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Melalui perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN), penelitian ini diharapkan dapat merumuskan usulan tindakan perawatan yang tepat sasaran guna mengurangi frekuensi kerusakan (*breakdown*) dan menekan angka *downtime*. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi panduan strategis bagi perusahaan dalam mengalokasikan sumber daya pemeliharaan secara lebih efektif, menjaga kelancaran proses produksi, serta memastikan konsistensi pemenuhan target terhadap konsumen.

METODE

Tahap awal penelitian dimulai dengan melakukan pengamatan langsung dan wawancara di lapangan untuk mengidentifikasi masalah yang terdapat pada perusahaan. Fokus identifikasi diarahkan pada efisiensi lini produksi pipa baja dan kendala teknis yang sering terjadi, khususnya pada mesin *slitting*. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data primer dan sekunder. Data yang dikumpulkan berfokus pada data historis kerusakan mesin *slitting* pada tahun 2024, yang mencakup:

1. Jenis kerusakan/kegagalan yang terjadi.
2. Frekuensi kejadian kerusakan.
3. Dampak kerusakan terhadap alur produksi.
4. Durasi waktu henti (*downtime*).

Data yang telah didapat kemudian diolah menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dalam tahap ini, dilakukan penilaian terhadap setiap mode kegagalan berdasarkan tiga kriteria utama:

1. *Severity* (S): Tingkat keparahan dampak kegagalan.
2. *Occurrence* (O): Frekuensi terjadinya kegagalan tersebut.
3. *Detection* (D): Tingkat kesulitan dalam mendeteksi kegagalan.

Hasil perkalian ketiga variabel tersebut akan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan komponen paling kritis.

Failure Mode and Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah metode yang berfungsi mengidentifikasi faktor-faktor yang memungkinkan sebuah sistem mengalami kegagalan dan dapat dilakukan pencegahan sebelum kegagalan tersebut terjadi. FMEA berguna untuk menyelesaikan permasalahan dalam proses produksi [10]. Proses diawali dengan membuat diagram alur yang menggambarkan tahapan-tahapan pembuatan produk. Setiap potensi kegagalan dan penyebabnya diidentifikasi, kemudian ditentukan langkah-langkah pengendaliannya [11];[12]. FMEA bertujuan untuk menemukan kemungkinan kegagalan pada produk atau proses, menganalisis dampak dari kegagalan tersebut, dan menilai seberapa kritis efeknya terhadap fungsi produk [12]. FMEA digunakan untuk menemukan area yang membutuhkan perbaikan desain/proses untuk memastikan keberhasilan perbaikan selanjutnya. Hal ini dilakukan melalui pemberian nomor prioritas kegagalan/resiko yang dikenal dengan *Risk Priority Number* (RPN). Perhitungan RPN lebih sederhana dan mudah dipahami [26]. Rekomendasi perbaikan akan diprioritaskan dari nilai RPN yang terbesar. RPN merupakan hasil dari 3 variabel yaitu *Severity* (keparahan), *Occurrence* (frekuensi kejadian), dan *Detection* (deteksi kegagalan) [11].

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

- Keterangan:
 O = *Occurance*
 S = *Severity*
 D = *Detection*

Severity (keparahan) adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek. Semakin tinggi skala maka semakin parah efek yang ditimbulkan. *Severity* dapat digunakan untuk mengidentifikasi dampak potensial terburuk yang diakibatkan, hal ini dapat dinilai dari seberapa besar tingkat keparahannya. Skala yang digunakan mulai dari 1- 10, yang mana semakin tinggi skala maka semakin parah efek yang ditimbulkan [11]. Skala pengukuran *severity* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala *Severity*

Skala	Keparahan	Keterangan
1	Tidak ada efek	Tidak memiliki efek yang terlihat
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
5	Rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
6	Sedang	Beroperasi dengan aman tetapi mengalami penurunan performa
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya dengan peringatan
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya tanpa peringatan

Occurrence (Frekuensi) merupakan seberapa sering kemungkinan penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. Semakin tinggi skala menyatakan kekerapan terjadinya resiko sangat tinggi [11]. Tabel 2 menunjukkan skala pengukuran untuk *occurrence*.

Tabel 2. Skala *Occurrence*

Skala	Frekuensi	Keterangan
1	Hampir tidak pernah	Proses berada dalam kendali tanpa melakukan penyesuaian
2	Kerusakan jarang terjadi	Proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Kerusakan sangat sedikit	Proses telah berada di luar kendali, beberapa penyesuaian diperlukan
4	Kerusakan sedikit	Kurang dari 30 menit downtime
5	Kerusakan tingkat rendah	30–60 menit downtime
6	Kerusakan tingkat medium	1–2 jam downtime
7	Kerusakan agak tinggi	2–4 jam downtime
8	Kerusakan tinggi	4–8 jam downtime
9	Sangat tinggi	Lebih dari 8 jam downtime
10	Hampir selalu	Lebih dari 100 kali

Detection (deteksi), adalah peringkat numerik dapat ditentukan dari kemampuan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi juga dapat dipengaruhi dari banyaknya kontrol dan prosedur yang mengatur jalannya sistem penanganan operasional [11]. Tabel 3 menunjukkan skala pengukuran *detection*.

Tabel 3. Skala *Detection*

Skala	Deteksi	Keterangan
1	Hampir pasti	Perawatan preventif selalu mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki peluang tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
4	Cukup tinggi	Perawatan preventif memiliki peluang cukup tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
5	Sedang	Perawatan preventif memiliki peluang sedang untuk mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
8	Kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan kecil untuk mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
9	Sangat kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat kecil untuk mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan preventif bersifat non-detectable dalam mendeteksi penyebab potensial dari mode kegagalan

Tahapan berikutnya adalah menentukan nilai kritis dari RPN. Nilai kritis tersebut berguna untuk mengklasifikasikan kegagalan dengan berdasarkan nilai RPN masing-masing faktor sehingga apabila nilai RPN berada diatas nilai kritis maka perlu dilakukan penanganan khusus. Rumus dari penentuan nilai kritis dapat dilihat sebagai berikut

$$\text{Nilai kritis RPN} = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah failure mode}} \tag{2}$$

Tahap terakhir adalah menganalisis hasil dari nilai RPN dengan memperhatikan nilai kritis RPN. Tahapan ini juga memberikan saran usulan perbaikan untuk mesin. Usulan tersebut diharapkan dapat diimplementasikan agar menghindari kerusakan pada mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal dalam analisis ini dimulai dengan membedah data yang telah dikumpulkan mengenai permasalahan operasional perusahaan, khususnya data gangguan mesin *slitting* sepanjang tahun 2024. Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi berbagai *failure mode* atau mode kegagalan yang terjadi pada komponen mesin. Langkah pertama dalam pengolahan data ini adalah menghitung frekuensi kejadian dengan mengelompokkan data berdasarkan jenis *failure mode* yang teridentifikasi. Hal ini dilakukan untuk melihat pola kerusakan yang paling sering muncul selama periode pengamatan. Tabel 4 menunjukkan rekapitulasi frekuensi kejadian gangguan pada mesin *slitting* selama tahun 2024.

Tabel 4. Data Frekuensi Kejadian Gangguan Mesin *Slitting* Tahun 2024

No.	Failure Mode	Frekuensi Kejadian
1	Solenoid Tidak Berfungsi	2
2	Pompa Hidrolik tidak bekerja dengan baik	2
3	Monitor dan sensor error	2
4	Tabung Hidrolik Bocor	1
5	Oli Tekor	10
6	Panel Daya	1
7	Slang Hidrolik Macet	1
8	Silinder Hidrolik Macet	2
9	Error	1
10	As mesin patah	1
11	Temperatur Head	1
12	Slang Hidrolik Bocor	2
13	Solenoid macet	3
14	Roll Pemutar Coil Patah	2
15	Slang Hidrolik Bocor	2
16	Bearing & Roller Patah	1
17	Roll Rantai Pemutar Rusak	1
18	Oli Hidrolik tekor	3
19	Seal Hidrolik Rusak	1
20	Solenoid tekanan macet	1
21	Seal tabung rusak	1
22	pipa nepel bocor	1
23	pipa slang hidrolik bocor	1
24	Solenoid bocor	2
25	Pressure gauge bocor	1
26	Seal Bocor	2
27	Terendam Air	1
28	Terbakar	1
29	Baut roll meja coil longgar	1
30	As roda penahan slit bengkok	1
31	Nepel block hidrolik bocor	1
32	Bantalan silinder penekuk plat roll bengkok	1

Selanjutnya, data historis gangguan dan kerusakan yang telah dihimpun tersebut diolah lebih lanjut menggunakan metode FMEA. Pengolahan ini bertujuan untuk menentukan prioritas urutan gangguan berdasarkan tingkat risiko kerusakannya terhadap performa mesin *slitting*.

Penentuan Risk Priority Number (RPN)

Setelah frekuensi kegagalan dikelompokkan, tahap selanjutnya adalah melakukan penilaian terhadap tiga parameter utama FMEA untuk setiap jenis kerusakan yang telah tercantum pada Tabel 4. Ketiga parameter tersebut adalah:

1. Severity (S): Menilai seberapa parah dampak kerusakan terhadap kelancaran produksi pipa baja dan keselamatan kerja.
2. Occurrence (O): Menilai kemungkinan frekuensi terjadinya kegagalan berdasarkan data historis tahun 2024.
3. Detection (D): Menilai sejauh mana sistem kontrol perusahaan dapat mendeteksi potensi kegagalan sebelum kerusakan benar-benar terjadi.

Hasil perkalian dari ketiga parameter ini akan menentukan prioritas perbaikan. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin kritis komponen tersebut untuk segera dilakukan tindakan pencegahan. Berikut adalah hasil penilaian parameter FMEA dan perhitungan nilai RPN untuk setiap *failure mode* pada mesin *slitting*. Nilai RPN untuk setiap *failure mode* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai RPN

No	Failure Mode	Frekuensi Kejadian	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1	Solenoid Tidak Berfungsi	2	5	2	5	50
2	Pompa Hidrolik tidak bekerja dengan baik	2	4	2	3	24
3	Monitor dan sensor error	2	8	2	4	64
4	Tabung Hidrolik Bocor	1	3	1	4	12
5	Oli Tekor	10	5	8	3	120
6	Panel Daya	1	5	1	5	25
7	Slang Hidrolik Macet	1	6	1	3	18
8	Silinder Hidrolik Macet	2	3	2	5	30
9	Error	1	6	1	6	36
10	As mesin patah	1	3	1	4	12
11	Temperatur Head	1	3	1	6	18
12	Slang Hidrolik Bocor	2	3	2	4	24
13	Solenoid macet	3	3	3	5	45
14	Roll Pemutar Coil Patah	2	7	2	4	56
15	Slang Hidrolik Bocor	2	4	2	4	32
16	Bearing & Roller Patah	1	3	1	5	15
17	Roll Rantai Pemutar Rusak	1	6	1	3	18
18	Oli Hidrolik tekor	3	5	3	5	75
19	Seal Hidrolik Rusak	1	6	1	5	30
20	Solenoid tekanan macet	1	3	1	6	18
21	Seal tabung rusak	1	4	1	6	24
22	pipa nepel bocor	1	5	1	6	30
23	pipa slang hidrolik bocor	1	3	1	6	18
24	Solenoid bocor	2	5	2	6	60
25	Preasure gauge bocor	1	6	1	6	36
26	Seal Bocor	2	5	2	5	50
27	Terendam Air	1	5	1	3	15
28	Terbakar	1	9	1	4	36
29	Baut roll meja coil longgar	1	6	1	3	18
30	As roda penahan slit bengkok	1	5	1	4	20
31	Nepel block hidrolik bocor	1	6	1	5	30
32	Bantalan silinder penekuk plat roll bengkok	1	4	1	6	24

Analisis Prioritas Kegagalan

Untuk menentukan batas prioritas dalam analisis *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), terlebih dahulu dihitung nilai kritis RPN sebagai acuan dalam mengelompokkan tingkat risiko. Nilai kritis RPN diperoleh dengan membagi total nilai RPN dengan jumlah *failure mode* yang teridentifikasi, sebagaimana ditunjukkan pada perhitungan berikut.

$$\text{Nilai kritis RPN} = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah failure mode}}$$

$$\text{Nilai kritis RPN} = \frac{1083}{32}$$

$$\text{Nilai kritis RPN} = 33,8438$$

Nilai 33,8438 merupakan rata-rata *risk priority number* (RPN) dari seluruh *failure mode* yang teridentifikasi. Nilai ini dapat digunakan sebagai batas kritis (*cut-off point*) untuk menentukan prioritas penanganan risiko. *Failure mode* dengan nilai RPN > 33,84 dikategorikan sebagai risiko prioritas tinggi dan perlu segera diberikan tindakan perbaikan. Sedangkan *failure mode* dengan nilai RPN ≤ 33,84 dapat dikategorikan sebagai risiko relatif lebih rendah, namun tetap perlu dikendalikan sesuai tingkat keparahannya.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kritis RPN sebesar 33,84, maka *failure mode* yang memiliki nilai RPN lebih besar dari nilai tersebut dikategorikan sebagai prioritas utama untuk dilakukan tindakan perbaikan. Data *failure mode* dengan nilai RPN > 33,84 dapat dilihat pada Tabel 6, yang selanjutnya dianalisis untuk menentukan rekomendasi tindakan korektif yang tepat dan efektif.

Tabel 6. Tingkatan Prioritas

No	Failure Mode	Frekuensi Kejadian	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1	Oli Tekor	10	5	8	3	120
2	Oli Hidrolik tekor	3	5	3	5	75
3	Monitor dan sensor error	2	8	2	4	64
4	Solenoid bocor	2	5	2	6	60
5	Roll Pemutar Coil Patah	2	7	2	4	56
6	Solenoid Tidak Berfungsi	2	5	2	5	50
7	Seal Bocor	2	5	2	5	50
8	Solenoid macet	3	3	3	5	45
9	Error	1	6	1	6	36
10	Pressure gauge bocor	1	6	1	6	36
11	Terbakar	1	9	1	4	36

Nilai RPN berfungsi sebagai indikator utama dalam menentukan urutan prioritas perbaikan pada sistem yang diamati. Hasil perhitungan menunjukkan variasi nilai RPN yang cukup signifikan, berkisar antara 36 hingga 120, yang mengindikasikan adanya gradasi tingkat kekritisan antar tiap *failure mode*. Prioritas tertinggi ditempati oleh kegagalan jenis "Oli Tekor" dengan nilai RPN sebesar 120. Tingginya angka ini didorong oleh frekuensi kejadian yang mencapai 10 kali, dengan skor *Occurrence* sebesar 8. Hal ini menunjukkan bahwa masalah pelumasan merupakan gangguan yang bersifat kronis dan terjadi secara repetitif. Secara teknis, kegagalan pada sistem fluida ini memerlukan perhatian segera melalui tinjauan jadwal pemeliharaan preventif atau pemasangan sensor level otomatis guna menekan angka kejadian di masa mendatang.

Selanjutnya, "Oli Hidrolik Tekor" (RPN 75) dan "Monitor dan Sensor Error" (RPN 64) menempati urutan kedua dan ketiga. Menarik untuk dicermati bahwa meskipun "Monitor dan Sensor Error" memiliki frekuensi kejadian yang rendah (2 kali), namun skor *Severity*-nya mencapai angka 8. Dalam konteks keandalan sistem, nilai keparahan yang tinggi mengindikasikan bahwa kegagalan pada komponen sensorik dapat menyebabkan disfungsi sistem secara menyeluruh atau kegagalan deteksi pada komponen lainnya. Di sisi lain, beberapa kegagalan seperti "Terbakar" menunjukkan anomali dalam matriks risiko; meskipun memiliki tingkat keparahan tertinggi (S=9), nilai RPN-nya tetap rendah (36) karena frekuensi kejadian yang sangat langka (O=1) dan sistem deteksi yang relatif memadai (D=4).

Secara keseluruhan, distribusi nilai RPN dalam penelitian ini mengarah pada kesimpulan bahwa prioritas mitigasi risiko harus difokuskan pada manajemen sistem pelumasan dan optimalisasi keandalan sensor. Langkah perbaikan yang direkomendasikan adalah melakukan standarisasi pengecekan harian pada volume oli serta kalibrasi periodik pada perangkat sensorik. Dengan mereduksi nilai RPN pada tiga urutan teratas, diharapkan tingkat efektivitas operasional sistem dapat meningkat secara signifikan dan meminimalkan potensi *downtime* yang tidak terencana.

Implikasi Hasil Penelitian

Implikasi hasil penelitian ini memberikan kontribusi strategis bagi manajemen pemeliharaan di PT Kunango Jantan dalam mentransformasi kebijakan perawatan dari yang bersifat reaktif menjadi proaktif. Secara praktis, tingginya nilai RPN pada aspek sistem hidrolik, khususnya "Oli Tekor" (RPN 120), mengimplikasikan perlunya standarisasi prosedur *preventive maintenance* yang lebih ketat, seperti pengecekan volume oli harian dan inspeksi visual terhadap kebocoran kecil guna mencegah kegagalan sistemik [13]; [14]. Selain itu, temuan mengenai tingginya tingkat keparahan pada komponen sensorik menunjukkan bahwa perusahaan harus mulai mempertimbangkan investasi pada sistem monitoring otomatis yang mampu meningkatkan kemampuan deteksi dini terhadap anomali mesin. Secara operasional, keberhasilan mitigasi terhadap 11 jenis kerusakan kritis yang berada di atas ambang batas RPN 33,84 diprediksi akan berdampak langsung pada penurunan frekuensi *breakdown*, optimalisasi waktu produksi, dan pengurangan biaya penalti akibat keterlambatan pengiriman. Dengan demikian, penerapan hasil analisis FMEA ini tidak hanya berfungsi sebagai alat teknis perbaikan mesin, tetapi juga sebagai panduan strategis dalam alokasi sumber daya pemeliharaan yang lebih efektif untuk menjamin keberlanjutan daya saing perusahaan di industri baja.

Selain itu, jika dibandingkan dengan berbagai penelitian sejenis di bidang manajemen pemeliharaan berbasis FMEA pada industri manufaktur dan proses, temuan penelitian ini menunjukkan pola yang relatif konsisten. Sejumlah studi terdahulu melaporkan bahwa kegagalan pada sistem pelumasan dan hidrolik sering kali menempati peringkat RPN tertinggi karena kombinasi tingkat keparahan (*severity*) dan peluang kejadian (*occurrence*) yang tinggi, terutama pada perusahaan yang masih mengandalkan pendekatan *breakdown maintenance* [15]. Hal ini mendukung hasil penelitian di PT Kunango Jantan, di mana mode kegagalan "Oli Tekor" memperoleh RPN 120 dan menjadi prioritas utama perbaikan. Penelitian-penelitian tersebut juga menegaskan bahwa penerapan *preventive maintenance* terstandar serta inspeksi rutin berbasis *checklist* mampu menurunkan nilai *occurrence* secara signifikan dalam periode evaluasi berikutnya [16].

Namun demikian, beberapa studi lain menunjukkan bahwa faktor dominan penyebab tingginya RPN tidak selalu berasal dari aspek teknis mesin, melainkan dari faktor manusia (*human error*), seperti ketidaksesuaian prosedur, kurangnya pelatihan operator, atau lemahnya budaya pelaporan dini terhadap gejala kerusakan [17];[18]. Jika dibandingkan dengan temuan tersebut, penelitian ini

mengindikasikan bahwa aspek teknis (sistem hidrolik dan komponen sensorik) sebagai sumber risiko utama. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh karakteristik proses produksi industri baja yang memiliki beban mekanis tinggi dan ketergantungan besar pada kestabilan tekanan hidrolik. Dengan demikian, konteks industri menjadi variabel penting yang memengaruhi struktur risiko kegagalan. Beberapa penelitian sebelumnya juga mengintegrasikan FMEA dengan pendekatan berbasis digital seperti condition-based maintenance (CBM) dan predictive maintenance berbantuan sensor IoT. Hasilnya menunjukkan peningkatan nilai detection (penurunan skor D) secara signifikan melalui sistem monitoring otomatis [19]; [20]. Temuan tersebut selaras dengan rekomendasi penelitian ini yang mendorong investasi pada sistem monitoring otomatis untuk komponen sensorik. Artinya, secara konseptual penelitian ini tidak hanya berada pada tataran analisis konvensional, tetapi juga membuka peluang transformasi menuju pemeliharaan berbasis data (data-driven maintenance).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan mengenai kerusakan mesin slitting di PT Kunango Jantan pada tahun 2024, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sepanjang tahun 2024, tercatat sebanyak 54 kali kerusakan pada mesin slitting yang terbagi ke dalam 32 jenis failure mode. Kerusakan paling dominan terfokus pada dua sistem utama, yaitu sistem hidrolik (oli tekor, oli hidrolik tekor, dan kebocoran seal) serta sistem kendali (gangguan monitor, sensor, dan malfungsi solenoid). Selain itu, ditemukan pula kerusakan mekanis signifikan berupa patahnya roll pemutar coil. Hal ini menunjukkan bahwa titik lemah utama mesin slitting terletak pada komponen hidrolik dan sistem kontrol kelistrikan.
2. Berdasarkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diperoleh nilai ambang batas kritis RPN sebesar 33,84. Terdapat 11 jenis kerusakan yang berada di atas ambang batas dan harus diprioritaskan perbaikannya. Urutan prioritas tersebut meliputi oli tekor, oli hidrolik tekor, monitor & sensor error, solenoid bocor, solenoid tidak berfungsi, solenoid macet, system error, pressure gauge bocor, roll pemutar coil patah, seal bocor, serta insiden kebakaran.
3. Analisis menunjukkan bahwa penyebab dominan kerusakan berasal dari kurangnya perawatan preventif pada sistem hidrolik, seperti keterlambatan penggantian oli dan pembiaran kebocoran kecil pada komponen. Selain itu, faktor keausan (wear and tear) pada komponen elektronik serta ketidaksesuaian prosedur operasional turut berkontribusi besar. Kerusakan-kerusakan ini berdampak langsung pada meningkatnya downtime produksi, membengkaknya biaya perbaikan, serta timbulnya risiko keselamatan kerja. Secara finansial, kondisi ini merugikan perusahaan akibat keterlambatan pengiriman produk yang memicu pembayaran penalti kepada konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Setiawan and A. R. Purnama, "Analisis Penyebab Kecacatan Dan Usulan Perbaikan Produk Cetak Industri Percetakan PT. XYZ Dengan Metode FMEA," *Sist. J. Ilmu Ilmu Tek.*, vol. 21, no. 3, pp. 32–44, Dec. 2025, doi: 10.37303/SISTEM.V21I3.318.
- [2] W. Amalia, D. Ramadian, and S. N. Hidayat, "Analisis Kerusakan Mesin Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 369, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.19179.
- [3] H. A. Rabani, I. Dirja, and N. Fauji, "Analisis Kerusakan Mesin Gemini Ficep G25 Sp Cnc Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (Fmea)," *Rotor*, vol. 15, no. 1, p. 26, 2022, doi: 10.19184/rotor.v15i1.31474.
- [4] M. Al Faridzi, Y. T. Riani2, and J. S. Sihombing, "Mengoptimalkan Penggunaan Metode Risk Based Maintenance di Industri," *J. ARTI (Aplikasi Ranc. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 2, pp. 170–178, Nov. 2025, doi: 10.52072/arti.v20i2.1472.
- [5] K. Nisa Fauziah, Sudianto, and S. D. Nabella, "Pengaruh Kelengkapan Data, Ketelitian, Kecepatan Dan Ketepatan Waktu Terhadap Kepuasan Konsumen Pada PT Federal International Finance (FIF) Cabang Batam," *Postgrad. Manag. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 40–51, Jul. 2022, doi: 10.36352/pmj.v2i1.418.
- [6] S. Nursyahwa and Y. M. Ardi, "Analisa Efektivitas Planning Produksi terhadap Waktu Pengiriman di CV Sukma Ageman Abadi," *Indones. Res. J. Educ.*, vol. 5, no. 4, pp. 1554-1562–1554 – 1562, Jul. 2025, doi: 10.31004/irje.v5i4.3216.
- [7] M. U. Yousaf, T. Aized, A. Shabbir, M. Ahmad, and H. Z. Nabi, "Automobile rear axle housing design and production process improvement using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 154, no. 3, p. 107649, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.engfailanal.2023.107649.
- [8] B. O. Ceylan and S. Memiş, "Fuzzy parameterized fuzzy soft matrices-based failure mode and effects analysis (FPFS-FMEA) with ship lubricating oil system risk assessment," *Ocean Eng.*, vol. 342, no. 02, p. 123049, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.oceaneng.2025.123049.
- [9] N. Jessop and J. Fairfoul, "A Modified Failure Mode and Effects Analysis for Linear Accelerator Quality Assurance," *Adv. Radiat. Oncol.*, vol. 10, no. 9, p. 101827, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.adro.2025.101827.
- [10] L. Ashley and G. Armitage, "Failure mode and effects analysis: An empirical comparison of failure mode scoring procedures," *J. Patient Saf.*, vol. 6, no. 4, pp. 210–215, Dec. 2010, doi: 10.1097/PTS.0b013e3181fc98d7.
- [11] H. W. W. Potts, J. E. Anderson, L. Colligan, P. Leach, S. Davis, and J. Berman, "Assessing the validity of prospective hazard analysis methods: a comparison of two techniques," *BMC Heal. Serv. Res. 2014 141*, vol. 14, no. 1, pp. 41-, Jan. 2014, doi: 10.1186/1472-6963-14-41.
- [12] L. Ashley, G. Armitage, M. Neary, and G. Hollingsworth, "A Practical Guide to Failure Mode and Effects Analysis in Health Care: Making the Most of the Team and Its Meetings," *Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.*, vol. 36, no. 8, pp. 351–358, Aug. 2010, doi: 10.1016/S1553-7250(10)36053-3.
- [13] M. Muhdro, H. Abdillah, and M. Sidik, "Analisa Pemeliharaan Mesin Bubut Dengan Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di CV. Maja Teknik, Pandeglang," *J. Vocat. Educ. Automot. Technol.*, vol. 5, no. 2, p. 174, 2023, doi: 10.31331/joveat.v5i2.2670.

- [14] R. cai Zhang, X. Yu, Y. long Hu, H. jiao Zang, and W. Shu, "Active control of hydraulic oil contamination to extend the service life of aviation hydraulic system," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 2017 965, vol. 96, no. 5, pp. 1693–1704, Aug. 2017, doi: 10.1007/s00170-017-0833-9.
- [15] J. Fabis-Domagala, M. Domagala, and H. Momeni, "A concept of risk prioritization in fmea analysis for fluid power systems," *Energies*, vol. 14, no. 20, Oct. 2021, doi: 10.3390/en14206482.
- [16] D. Rakes, H. Windyatri, and S. Suhendra, "Scheduling Preventive Maintenance to Increase the Effectiveness of Injection Molding Machines Using the Overall Equipment Effectiveness Method at PT. Mah Sing Indonesia," *OPSearch Am. J. Open Res.*, vol. 3, no. 7, pp. 155–165, Jul. 2024, doi: 10.58811/opsearch.v3i7.122.
- [17] M. I. Maulana and F. yuamita, "Analisis Perawatan dan Perbaikan Mesin Carding dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)," *J. Ilm. Tek. Ind. DAN Inov.*, 2024, doi: 10.59024/jisi.v3i1.990.
- [18] I. W. S. Sukania and C. W. Wijaya, "Analisis Sistem Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode FMEA di PT. X," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 15, no. 2, pp. 103–111, May 2023, doi: 10.24843/jem.2022.v15.i02.p06.
- [19] T. Khalid, H. Ibrahim, and Z. Dwi, "Analisis prediktif maintenance berbasis (IoT) untuk mengurangi downtime pada mesin produksi," *J. Ilm. Ilmu dan Teknol. Rekayasa*, vol. 8, no. 2, pp. 63–67, Sep. 2025, doi: 10.31962/jiitr.v8i2.398.
- [20] B. Sudrajat, F. Roma Doni, and A. Muhammad Lukman, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Sistem Pemantauan Prediktif Peralatan Industri," *REMIK Ris. dan E-Jurnal Manaj. Inform. Komput.*, vol. 9, no. 4, pp. 1233–1240, Oct. 2025, doi: 10.33395/remik.v9i4.15319.