

Perbaikan Sistem Perawatan Mesin *Forming* dengan Metode FMECA dan RCM Berdasarkan Analisis OEE Pada PT XYZ

Andrian Akbar Waluyo¹, Dzakiyah Widyaningrum²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik Indonesia

*Koresponden email: andrianakbar06@gmail.com¹, dzakiyah@umg.ac.id²

Diterima: 10 Oktober 2023

Disetujui: 17 Oktober 2023

Abstract

PT XYZ is a manufacturing company operating in the automotive sector. One of this company's flagship products is train brake pads. In production activities there are several machines, including *forming* machines. Based on secondary data, it is known that this *forming* machine has the largest contribution to product defects. This research was conducted using the OEE, FMECA, and RCM methodology. The OEE methodology is used to identify the level of effectiveness of *forming* machines, the FMECA methodology is used to identify critical machines, and the RCM methodology is used to determine machine repair and maintenance intervals and determine the selection of tasks in maintenance activities. The research results show that the OEE value of the *forming* machine is 83.79%, which is below standard. Based on the FMECA analysis, it is known that there are 2 components that are classified as critical components, namely sheet loading and molding. So, an analysis of maintenance scheduling was carried out on these two components, it was found that the sheet loading component required maintenance every 352,016 minutes and component replacement every 11.58 days with task selection in the form of a directed time. On molding components, maintenance is carried out every 328.60 minutes and component replacement every 11.46 days with the task selection being failure discovery.

Keywords : *overall effectiveness efficiency, fmeca, forming machine, rcm*

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang otomotif. Salah satu produk utama dari perusahaan ini yaitu kampas rem kereta api. Dalam aktivitas produksinya terdapat beberapa mesin diantaranya yaitu mesin *forming*. Berdasarkan data sekunder diketahui bahwa mesin *forming* ini memiliki kontribusi terbesar penyumbang kecacatan produk, sehingga perlu dilakukan tindakan khusus guna mengurangi bahkan menghilangkan terjadinya kecacatan yang disebabkan oleh mesin *forming* tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode OEE, FMECA, dan RCM. Metode OEE digunakan untuk mengidentifikasi tingkat efektivitas mesin *forming*, metodologi FMECA digunakan untuk mengidentifikasi mesin kritis, dan metodologi RCM digunakan untuk menentukan interval perbaikan dan perawatan mesin dan menentukan *task selection* dalam kegiatan perawatan. Hasil penelitian diketahui nilai OEE mesin *forming* sebesar 83,79% yang mana hal tersebut merupakan dibawah standar, Berdasarkan analisis FMECA diketahui bahwa terdapat 2 komponen yang tergolong komponen kritis yaitu *sheet loading* dan *moulding*. Maka kedua komponen tersebut dilakukan analisis penjadwalan *maintenance* yang didapati bahwa pada komponen *sheet loading* perlu dilakukan perawatan setiap 352,016 menit dan dilakukan penggantian komponen setiap 11,58 hari dengan *task selection* berupa *time directed* Pada komponen *moulding* dilakukan perawatan setiap 328.60 menit dan dilakukan penggantian komponen setiap 11,46 hari dengan *task selection* berupa *finding failure*.

Kata Kunci : *efisiensi efektivitas keseluruhan, fmeca, mesin pembentuk, rcm*

1. Pendahuluan

Dalam menjalankan proses produksi, sangat penting untuk membangun sistem pemeliharaan untuk memastikan kondisi mesin yang optimal, sehingga mencegah gangguan atau penundaan dalam alur kerja produksi [1]. Kemacetan berpotensi berdampak buruk pada produktivitas perusahaan dan menghambat kelancaran proses produksi. Selain faktor-faktor tersebut, efisiensi proses produksi juga bergantung pada faktor-faktor lain, antara lain ketersediaan dan kemahiran sumber daya manusia, serta kondisi fasilitas produksi, termasuk mesin dan peralatan pendukungnya [2]. Untuk menjaga kondisi optimal peralatan produksi, perlu dilakukan operasi pemeliharaan yang berupaya meningkatkan keandalan komponen dan sistem peralatan. Melalui pemeliharaan rutin, diharapkan peralatan tersebut mampu memberikan kinerja tingkat tertinggi untuk memfasilitasi kelancaran pelaksanaan proses produksi. Oleh karena itu, penerapan

sistem perawatan mesin yang terstruktur diperlukan untuk menjamin efisiensi berfungsinya seluruh fasilitas mesin dalam proses produksi [3].

Perawatan mesin adalah suatu upaya prosedural yang berupaya mengembalikan kapasitas operasional suatu sistem mesin sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, dengan tujuan akhir untuk mencapai hasil yang optimal [4]. Sistem pemeliharaan sering dikategorikan menjadi dua tipe dasar: pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif [5]. Pemeliharaan preventif mengacu pada praktik pemeliharaan proaktif yang dilakukan sebelum terjadinya masalah atau malfungsi pada mesin. Di sisi lain, pemeliharaan korektif melibatkan pelaksanaan tugas pemeliharaan sebagai respons terhadap masalah atau malfungsi tertentu yang telah terjadi pada mesin [6]. Penerapan pemeliharaan preventif sangat penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dalam pengelolaan unit-unit utama, seperti peralatan atau fasilitas, dalam proses produksi [7]. Selain itu, aktivitas khusus ini memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi kekurangan yang berkontribusi terhadap tidak berfungsinya mesin, sehingga mengurangi kemungkinan kegagalan dan meningkatkan keandalan dan aksesibilitas komponen mesin [8].

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang otomotif. Salah satu produk utama dari perusahaan ini yaitu kampas rem kereta api. Dalam setiap proses produksinya perusahaan selalu berusaha mencapai keberhasilan dalam meminimalisir terjadinya kecacatan pada saat proses produksi dengan cara menjaga kualitas produk yang diberikan dengan memberikan produk yang berkualitas baik dan selalu memberikan arahan terkait prosedur kerja, namun dalam prosesnya masih terdapat beberapa produk cacat yang dihasilkan. Kecacatan dalam suatu produk yang dihasilkan, sangat mempengaruhi tingkat kualitas yang dihasilkan dan efisiensi dalam pekerjaan produk. Berdasarkan hasil dari wawancara dengan pihak produksi diketahui bahwa secara keseluruhan proses produksi kampas rem terdiri dari proses *forming*, *hot press*, *mixing*, dan oven. Dalam setiap tahapan tersebut dimungkinkan dapat menyebabkan terjadinya produk cacat. **Tabel 1** merupakan permasalahan yang terjadi pada proses produksi selama periode Januari 2023 hingga Juli 2023.

Tabel 1. Data Permasalahan Proses Produksi Kampas Rem Januari 2023 – Juni 2023

No.	Proses Produksi	Permasalahan	Frekuensi Kejadian / Bulan (Kali)					
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1.	<i>Forming</i>	<i>Sheet feeding error</i>	4	3	2	4	4	2
2.		Oli Hidrolik Bocor	3	3	2	2	2	2
3.		Kondisi Hidrolik naik turun / Tidak stabil	3	3	3	2	4	4
4.	Hot Press	Motor lift aus	0	0	0	0	1	1
5.	Mixing	Valve tidak bisa dibuka / tersumbat	0	1	1	1	0	0
6.		Layar monitor error	1	1	0	1	0	0
7.	Oven	Tidak Ada	0	0	0	0	0	0

Sumber : PT. XYZ, 2023

Tabel 1 menampilkan data terkait permasalahan kinerja yang ditemui dalam proses manufaktur dari Januari hingga Juni 2023, khususnya dengan fokus pada prevalensi kesulitan dalam proses pembentukan. Telah diketahui dengan baik bahwa terjadinya suatu masalah selalu menyebabkan periode waktu henti yang tidak terduga yang berlangsung antara 4 sampai 8 jam, sehingga menghambat kelancaran proses produksi. **Tabel 2** menyajikan ringkasan durasi kerugian akibat kejadian ini.

Tabel 2. Lama Waktu Terjadinya Trouble Januari – Juni 2023

Proses	Permasalahan	Durasi waktu kerusakan (menit)						Total (menit)
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	
<i>Forming</i>	<i>Sheet feeding error</i>	1348	1046	704	1491	1397	683	6669
	Oli Hidrolik Bocor	1255	912	636	912	513	886	5114
	Kondisi Hidrolik naik turun / Tidak stabil	1072	1133	1225	798	1167	1255	6650
Hot Press	Motor lift aus	-	-	-	-	476	326	802
Mixing	Valve tidak bisa dibuka / tersumbat	-	278	464	249	-	-	991
	Layar monitor error	124	130	-	311	-	-	565
Oven	Tidak Ada	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada **Tabel 2** diketahui bahwa total terjadinya *trouble* mesin yang menyebabkan terjadinya *unplanned* downtime didominasi oleh mesin *forming*, sehingga menyebabkan terhambatnya kelancaran

pada proses produksi yang disebabkan karena terjadinya *breakdown* mesin *forming*. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan dengan memfokuskan objek penelitian kepada pada mesin *forming*. Permasalahan pada mesin *forming* tersebut tetap terjadi walaupun pihak perusahaan sudah menerapkan kegiatan *preventive maintenance / planned downtime*, yang mana *planned downtime* ini dilakukan seminggu sekali dengan kurun waktu pengerjaan antara 8 jam hingga 16 jam. **Tabel 3** merupakan rincian kegiatan *downtime* pada proses produksi kampas rem.

Tabel 3. *Downtime* Mesin *Forming*

Bulan	Jumlah Hari	Running Time (Menit)	Planned Downtime (Menit)	Sheet Feeding Error (menit)	Unplanned Downtime (Menit)			Total Unplanned Downtime (Menit)	Persentase Downtime (%)
					Oli Hidrolik Bocor (menit)	Kondisi Hidrolik tidak stabil (menit)			
Januari	31	44640	2640	1348	1255	1072	3675	14.15%	
Februari	28	40320	2160	1046	912	1133	3091	13.02%	
Maret	31	44640	3120	704	636	1225	2565	12.74%	
April	30	43200	2880	1491	912	798	3201	14.08%	
Mei	31	44640	2160	1397	513	1167	3077	11.73%	
Juni	30	43200	2160	683	886	1255	2824	11.54%	

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada **Tabel 3** diketahui bahwa persentase *downtime* yang terjadi pada mesin *forming* selama Januari 2023 hingga Juni 2023 sebesar 7,12% hingga 11,84%. Hal tersebut tentunya menyebabkan defect yang dapat menurunkan tingkat produktivitas mesin, yang mana bahwa kapasitas mesin *forming* dapat membuat produk sebanyak 27000 pcs kampas rem per hari. Pada mesin *forming* terdapat 3 jenis defect diantaranya yaitu *surface defect*, *form defect*, *structural defect*. **Tabel 4** merupakan rekapitulasi terjadinya kecacatan produk yang terjadi pada mesin *forming*.

Tabel 4. Data Kecacatan Produk pada mesin *Forming*

Bulan	Jumlah Hari	Kapasitas (pcs)	Target (pcs)	Defect (pcs)			Total defect (pcs)
				Surface	Form	Structural	
Januari	31	27000	837000	4771	5904	3704	14379
Februari	28	27000	756000	5895	3366	4479	13740
Maret	31	27000	837000	5245	4066	5203	14514
April	30	27000	810000	4300	4340	4797	13437
Mei	31	27000	837000	5541	3847	4031	13419
Juni	30	27000	810000	3567	3565	4900	12032
Total			4887000	29319	25088	27114	81521

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada **Tabel 4** diketahui bahwa jumlah target produksi kampas rem selama bulan Januari 2023 hingga Juni 2023 sebanyak 4.887.000 pcs, namun karena terjadinya *trouble* mesin pada mesin *forming* sehingga menyebabkan terjadinya produk cacat yang terdiri dari cacat *surface*, cacat *form*, dan cacat *structural* sebanyak 81.521 pcs yang mana hal tersebut tentunya merugikan pihak perusahaan dikarenakan pihak perusahaan harus melakukan perlakuan khusus untuk produk tersebut yaitu dengan dilakukannya *rework*.

Penting untuk melakukan evaluasi ulang terhadap proses yang ada untuk mengurangi frekuensi kegagalan produk dan meningkatkan efisiensi bisnis secara keseluruhan. Evaluasi dilakukan dengan penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk menilai dan membandingkan kemandirian proses tertentu. Penilaian ini berfungsi sebagai dasar untuk mengidentifikasi bidang-bidang perbaikan dan kemudian menerapkan langkah-langkah untuk meningkatkan efektivitas proses secara keseluruhan [9]. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk menilai efisiensi peralatan atau sistem dengan memasukkan banyak perspektif ke dalam prosedur perhitungannya [10]. Metode OEE ini terbukti dapat digunakan untuk mengetahui nilai efektivitas kondisi mesin, seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh [11]–[13] Bahwa metode OEE terbukti dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas mesin.

Analisis OEE digunakan untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan dalam sistem yang berbeda. Mode kegagalan ini kemudian dianalisis untuk menentukan penyebab dan dampaknya. Selain

itu, klasifikasi dan penilaian komprehensif terhadap semua mode kegagalan dilakukan dengan menggunakan metodologi FMECA, dengan mempertimbangkan tingkat kegagalan dan kemungkinan terjadinya atau kekritisannya. Menurut [14][15] Metodologi FMECA memiliki kemampuan untuk mitigasi atau menghilangkan potensi terjadinya kegagalan di masa mendatang melalui intervensi sistematis. Mode Kegagalan, Efek, dan Analisis Kekritisannya (FMECA) adalah instrumen yang sangat efisien yang digunakan untuk tujuan mendeteksi mode kegagalan prospektif [1]. Setelah mekanisme kegagalan teridentifikasi, maka dilakukan implementasi rencana perawatan mesin yang paling optimal untuk mitigasi kegagalan secara proaktif dengan menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah pendekatan yang metodis dan terorganisir untuk pemeliharaan mesin dan sistem. Penggunaan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dimaksudkan untuk meningkatkan ketersediaan dan penyerapan mesin, meminimalkan biaya perawatan, mendeteksi kemungkinan masalah, menetapkan rencana perawatan yang efektif dan efisien, serta memperpanjang umur mesin [14]. Penggunaan metodologi *Reliability Centered Maintenance* (RCM) telah menunjukkan kemampuannya dalam meningkatkan pengoperasian dan ketersediaan alat berat, sekaligus mengurangi biaya pemeliharaan dan periode tidak aktif yang tidak terduga bagi organisasi [16]–[18]. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi terjadinya produk defect yang diawali dengan analisis OEE pada mesin *forming*, kemudian dilakukan identifikasi masalah dengan metode FMECA, serta mengatur strategi perawatan mesin secara terstruktur dengan metode RCM.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ dengan objek penelitian berupa *mesin forming* yang merupakan salah satu bagian dari proses produksi kampas rem. Jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa data observasi lapangan yang dilakukan dengan observasi atau pengamatan secara langsung terkait proses produksi kampas rem, hasil observasi diketahui bahwa frekuensi terbesar terjadinya kecacatan produk terjadi pada mesin *forming*. Sedangkan data sekunder digunakan untuk mendapatkan *history* permasalahan yang terjadi pada mesin *forming* tersebut selama periode Januari 2023 hingga Juni 2023 mengenai data *trouble* mesin, lamanya waktu perbaikan mesin, *downtime* mesin *forming*, dan jumlah produk cacat yang disebabkan pada mesin *forming*.

Penelitian ini diawali dengan melakukan analisis efektivitas mesin guna mengetahui apakah mesin tersebut layak untuk dilakukan *improvement* atau tidak, analisis efektivitas ini dilakukan dengan menggunakan metodologi OEE. Pendekatan ini digunakan karena kemampuannya untuk secara efektif mengkaraktirisasikan kinerja peralatan dan memberikan perhitungan yang tepat untuk mengevaluasi kemandirian mesin atau peralatan yang digunakan.

Selain itu, ini berfungsi sebagai metrik lengkap yang menilai tingkat produksi dan kinerja teoritis mesin dan peralatan. Tingkat keakuratan OEE dalam pengukuran efektivitas memberikan kesempatan kepada semua usaha bidang manufaktur untuk mengaplikasikan sehingga dapat melakukan usaha perbaikan terhadap proses itu sendiri [19]. Hubungan dari ketiga komponen dapat dilihat pada formula berikut ini [20] :

$$\text{Available Rate} = \frac{\text{Production Time}}{\text{Total Time}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Output} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Production Time}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Output} - \text{Defect Amount}}{\text{Output}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{OEE} = \text{Available Rate} \times \text{Performance} \times \text{Rate Quality Rate} \quad (4)$$

Evaluasi terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin menurut standar internasional menunjukkan tingkat ketersediaan 90%, tingkat kinerja 95%, dan tingkat kualitas 99%. Alternatifnya, sebuah peralatan mungkin menunjukkan peringkat OEE sebesar 85% [21]. Setelah dilakukan investigasi efektivitas mesin *forming*, selanjutnya dilakukan investigasi *Failure Mode, Effects, and Criticality* (FMECA) dengan observasi langsung ke lapangan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan terjadinya kegagalan sistem pada mesin *forming*. Penilaian hasil FMECA yang disampaikan berasal dari pakar / ahli yang memiliki pengetahuan dan keahlian khusus terhadap mesin *forming*.

Penilaian ahli ini bergantung pada wawasan karyawan yang telah terlibat aktif dalam proses produksi untuk jangka waktu yang lama [22]. Dalam skenario khusus ini, pakar ahli terdiri dari manajer,

supervisor, kepala bagian, dan peneliti yang bersama-sama menentukan nomor Nomor Prioritas Risiko (RPN). Selain itu, setelah identifikasi titik kritis yang diperoleh melalui musyawarah kolaboratif dengan tim ahli, tujuan memastikan titik kritis tersebut adalah untuk menetapkan hierarki mode kegagalan dengan mempertimbangkan tingkat keparahan dan tingkat kejadiannya [23]. Dilanjutkan dengan analisis masalah untuk mengusulkan tindakan pemeliharaan komponen mesin, berdasarkan hasil analisis RCM. Digunakannya metodologi RCM ini dengan tujuan untuk mengetahui jenis tindakan perawatan yang tepat serta untuk menentukan operasi perawatan yang terjadwal, kemudian dilakukan pengolahan data yang diawali dengan menentukan jenis pola distribusi data hingga menentukan jadwal perawatan mesin untuk menganalisis pemecahan masalah yang terjadi sehingga dapat merekomendasikan tindakan perawatan komponen pada mesin *forming*.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan melakukan penilaian efektivitas mesin *forming* dengan menggunakan data *history* pada periode Januari hingga Juni 2023. Penilaian efektivitas mesin didasari pada pengukuran *availability*, *performance*, dan *quality rata* yang dialami oleh mesin tersebut. Berikut perhitungan awal penelitian yaitu perhitungan OEE.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan OEE digunakan untuk mengetahui efisiensi mesin, untuk menghitung nilai OEE pada mesin *forming* diperlukan beberapa data sekunder yaitu jam kerja mesin (waktu produksi), waktu henti mesin, jam pengoperasian mesin (waktu operasi), jumlah produksi (output), waktu siklus per unit, jumlah produk cacat. **Tabel 5** merupakan hasil perhitungan OEE mesin *forming* tiap bulan.

Tabel 5. Nilai OEE Mesin *Forming* Periode Januari 2023 – Juni 2023

No.	Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
1.	Januari	91.25%	91.53%	98.28%	82.09%
2.	Februari	91.90%	92.52%	98.18%	83.48%
3.	Maret	93.82%	91.03%	98.27%	83.93%
4.	April	92.06%	90.83%	98.34%	82.23%
5.	Mei	92.76%	93.48%	98.40%	85.32%
6.	Juni	93.12%	93.38%	98.51%	85.67%
	Rata-rata	92.49%	92.13%	98.33%	83.79%

Sumber : Olah Data Primer, 2023

Pengolahan data yang dilakukan terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menghasilkan hasil sebagai berikut *Availability* = 92,49%, *Performance* = 92,13%, dan *Quality* = 98,33%. *Skor Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 83,79% termasuk dalam kategori buruk karena berada di bawah ambang batas 85%. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan-perbaikan yang perlu dilakukan. Dalam melakukan perbaikan diawali dengan menentukan komponen kritis yang sering menyebabkan terjadinya kecacatan produk, penentuan komponen kritis tersebut dapat dilakukan dengan analisis FMECA.

FMECA (Failure Mode Effect Criticality Analysis)

Pada fase ini, Analisis Mode Kegagalan, Efek, dan Kekritisitas (FMECA) dilakukan untuk memastikan klasifikasi potensi risiko yang terkait dengan bahaya, dengan menggunakan Nomor Prioritas Risiko (RPN) sebagai dasarnya. Hasil dari *Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis* (FMECA) digunakan sebagai metrik kuantitatif untuk menentukan tindakan yang sesuai untuk mendeteksi kegagalan, kemungkinan penyebab, dampak, dan bahaya. **Tabel 6** menunjukkan kriteria nilai utama FMECA.

Tabel 6. Kategorisasi Nilai Kritis FMECA

Tingkat Deteksi	RPN	Risiko
<i>Minor</i>	0 – 30	<i>Acceptable</i>
<i>Medium</i>	31 – 60	<i>Tolerable</i>
<i>High</i>	61 – 180	<i>Tolerable</i>
<i>Very High</i>	181 – 252	<i>Unacceptable</i>
<i>Critical</i>	253 – 324	<i>Unacceptable</i>
<i>Very Critical</i>	> 324	<i>Unacceptable</i>

Sumber : [14]

Tabel 6 merupakan kategorisasi tingkat kekritisan berdasarkan nilai RPN, kemudian dilakukannya analisis FMECA yang diperoleh dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan terkait permasalahan yang sering terjadi pada mesin *forming*. **Tabel 7** menunjukkan *worksheet* kategorisasi risiko FMECA.

Tabel 7. Worksheet FMECA

Komponen	Fungsi	Efek Kegagalan Fungsi	RPN	Criticality	Kategori Risiko
<i>Sheet loading</i>	Tempat roll sheet yang akan diproduksi sebelum masuk ke sheet feeding thermo	Perbandingan komposisi yang tidak tepat atau sesuai.	315	<i>Critical</i>	<i>Unacceptable</i>
<i>Sheet feeding</i>	Menjalankan material sheet untuk proses pemanasan di heater dan proses pembentukan di moulding	Mengubah kemaksimalan bentuk dan berpotensi mengurangi berat bahan.	175	<i>High</i>	<i>Tolerable</i>
<i>Moulding</i>	Tempat proses pembentukan atau pencetakan bentuk	Bentuk tidak sesuai standar seperti desain mouldingnya.	270	<i>Critical</i>	<i>Unacceptable</i>
<i>Motor utama</i>	Untuk menghasilkan putaran sehingga dapat menggerakkan gearbox	Mengurangi kecepatan pergerakan mesin pada saat sedang berproses.	175	<i>High</i>	<i>Tolerable</i>
<i>Gear box</i>	Memindahkan tenaga putaran 15motor untuk menggerakkan camp	Tidak bisa mengatur arah gerak dan kecepatan torsi karena gear box panas	180	<i>High</i>	<i>Tolerable</i>
<i>Pneumatic shape press</i>	Penggerak plug <i>assist</i>	Angka tekanan harus sesuai standar jika melebihi standar 150 psi maka biasanya mesin tidak bisa berjalan.	210	<i>High</i>	<i>Tolerable</i>
<i>Camp</i>	Mengatur proses produksi mulai dari proses pembentukan hingga proses setengah jadi	Bentuk pada hasil produksi tidak maksimal.	168	<i>High</i>	<i>Tolerable</i>
<i>Panel utama</i>	Untuk menjalankan pengoperasian	Mesin tidak bisa dioperasikan jika ada trouble shoot.	150	<i>High</i>	<i>Tolerable</i>
<i>Layar monitor</i>	Untuk proses pengaturan mesin <i>forming</i> dan untuk melihat hasil proses bumping	Pengaturan dan penambahan bumping tidak bisa dilakukan karena layar monitor eror.	100	<i>Medium</i>	<i>Tolerable</i>

Sumber : PT. XYZ, 2023

Berdasarkan **Tabel 7** diketahui bahwa terdapat 9 komponen atau *part* yang terdapat pada mesin *forming*, diantaranya yaitu *sheet loading*, *sheet feeding*, *moulding*, *motor utama*, *gear box*, *pneumatic shapes press*, *camp*, *panel utama*, dan layar monitor. Pada ke-sembilan komponen tersebut diketahui bahwa komponen *sheet loading* dan *moulding* memiliki tingkat deteksi *unacceptable* dengan tingkat kekritisan tergolong *criticality*, oleh sebab itu perlu langkah khusus pada komponen kritis tersebut untuk mencegah terjadinya *breakdown* mesin yang dapat menyebabkan terjadinya *unplanned downtime* sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan, upaya yang dapat dilakukan yaitu menentukan pemilihan tugas yang objektif dalam melakukan tindak perawatan komponen kritis tersebut serta menentukan interval waktu perawatan maupun penggantian komponen yang dapat dilakukan dengan penerapan metodologi RCM.

RCM (Reliability Centered Maintenance)

Perlakuan yang menekankan *reliability* mesin juga dikenal sebagai RCM yang merupakan metode utama digunakan dalam bidang manajemen aset fisik khususnya instrumen peralatan produksi. Penggunaan pendekatan ini bertindak sebagai teknik penting untuk pembentukan kegiatan pemeliharaan

preventif secara berkala. Metodologi RCM diawali dengan melakukan uji distribusi terhadap interval kerusakan mesin dan perbaikan mesin, Tujuan dari RCM ini adalah melakukan uji distribusi untuk mengetahui distribusi yang menghasilkan nilai Anderson-Darling minimum. Analisis ini secara khusus difokuskan untuk mengkaji sebaran data kerusakan dan penataan ruang komponen mesin yang berada di dalam mesin *forming*. Pengujian ini dilakukan dengan software Minitab 18. **Tabel 8** merupakan rekapitulasi frekuensi kerusakan komponen kritis.

Tabel 8. Rekapitulasi Frekuensi Kerusakan Komponen *sheet loading* dan *Moulding*

No.	Tanggal kerusakan		Jarak waktu antar kerusakan (Hari)		Lama perbaikan (menit)	
	<i>Sheet Loading</i>	<i>Moulding</i>	<i>Sheet Loading</i>	<i>Moulding</i>	<i>Sheet Loading</i>	<i>Moulding</i>
1.	4-Jan-23	27-Jan-23	-	-	339	422
2.	19-Jan-23	3-Feb-23	15	7	345	372
3.	27-Jan-23	10-Feb-23	8	7	283	275
4.	31-Jan-23	12-Feb-23	4	2	381	257
5.	2-Feb-23	16-Feb-23	2	4	323	380
6.	5-Mar-23	9-Mar-23	31	21	439	258
7.	9-Mar-23	10-Apr-23	4	32	265	340
8.	20-Mar-23	26-Apr-23	11	16	378	394
9.	7-Apr-23	11-May-23	18	15	425	381
10.	27-Apr-23	20-May-23	20	9	332	271
11.	2-May-23	5-Jun-23	5	16	263	352
12.	15-May-23	11-Jun-23	13	6	315	316
13.	22-May-23	13-Jun-23	7	2	438	246
14.	2-Jun-23		11		409	422
15.	10-Jun-23		8		274	372
16.	26-Jun-23		16		416	275

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada **Tabel 8** diketahui rekapitulasi terjadinya *trouble* mesin *forming* yang disebabkan karena komponen *sheet Loading* dan *Moulding* selama periode Januari 2023 – Juni 2023. Kemudian dilakukan uji distribusi *anderson-darling* terendah, seperti dalam **Tabel 9**.

Tabel 9. Uji Distribusi *Anderson-Darling*

Komponen	Keterangan	Distribusi Weibull	Index Of Fit Anderson Darling		
			Distribusi Lognormal	Distribusi Normal	Distribusi Eksponensial
<i>Sheet Loading</i>	<i>Downtime</i> (TTR)	1.172	1.178	1.173	5.465
	Jarak Antar Kerusakan (TTF)	0.992	1.041	1.229	1.838
<i>Moulding</i>	<i>Downtime</i> (TTR)	1.382	1.503	1.449	4.654
	Jarak Antar Kerusakan (TTF)	1.256	1.313	1.519	1.498

Sumber : Olah Data Primer, 2023

Berdasarkan **Tabel 9** diketahui bahwa nilai distribusi *anderson-darling* terkecil pada komponen *sheet loading* dan *moulding* baik *downtime* maupun jarak antar kerusakan terdapat pada distribusi *weibull*, sehingga untuk menentukan perhitungan jadwal interval perawatan maupun penggantian komponen optimal selanjutnya dilakukan dengan menggunakan *distribusi weibull*. **Tabel 10** merupakan hasil perhitungan MTTR dan MTTF.

Tabel 10. Hasil Perhitungan MTTR dan MTTF

Komponen	MTTR (menit)	MTTF (Hari)
<i>Sheet Loading</i>	352.016	11.58
<i>Moulding</i>	328.60	11.46

Sumber : Olah Data Primer, 2023

Pada **Tabel 10** berdasarkan perhitungan *software* minitab 18 diketahui kerusakan pada komponen *Sheet Loading* terjadi pada waktu 11.58 hari sehingga perlu dilakukan waktu perbaikan setiap 352 menit setelah komponen tersebut beroperasi. Pada komponen *moulding* terjadi kerusakan pada waktu 11,46 hari dan interval perbaikan dilakukan pada setiap 328,60 menit setelah alat tersebut beroperasi.

Tahap selanjutnya yaitu dilakukan pemilihan tindakan dalam proses analisis RCM. Kompilasi komprehensif mengenai tindakan potensial dihasilkan untuk setiap mode kerusakan, diikuti dengan identifikasi dan pemilihan tindakan yang paling optimal. Selama fase pemilihan tindakan, tindakan yang paling sesuai untuk jenis kerusakan tertentu akan diperuntukkan. Tindakan yang tepat jika pekerjaan pencegahan dianggap tidak layak secara ekonomi bergantung pada potensi konsekuensi dari kegagalan yang terjadi. Ada banyak jenis intervensi pencegahan yang dapat diidentifikasi, diantaranya *Directed Condition* (C.D), *Time Directed* (T.D), dan *Finding Failure* (F.F) [1]. **Tabel 11** merupakan *task selection* untuk menanggulangi terjadinya permasalahan pada mesin *forming*.

Tabel 11. Rekapitulasi *Task Selection*

Komponen	<i>Task Selection</i>
<i>Sheet Loading</i>	<i>Time Directed</i> (TD)
<i>Moulding</i>	<i>Finding Failure</i> (FF)

Sumber : PT.XYZ, 2023

Berdasarkan **tabel 11** diketahui bahwa pada komponen *sheet loading* dilakukan *task selection* berupa *Time Directed* yang mana pada *task selection* ini perlu dilakukan perawatan dengan pendekatan proaktif yang bertujuan untuk memitigasi terjadinya kegagalan atau kerusakan. Sedangkan pada komponen *moulding* digunakan *task selection* berupa *finding failure*, yang mana pada *task selection* tersebut merupakan tindakan untuk penanganan yang terjadi pada komponen *bearing* dan *bevel gear*, penanganan yang perlu dilakukan yaitu dengan perawatan dengan membiarkan komponen yang berjalan terus beroperasi hingga mencapai kegagalan, karena pilihan lain tidak layak atau tidak menguntungkan secara finansial.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa pada proses produksi kampas rem terdapat beberapa mesin penunjang untuk menghasilkan suatu produk kampas rem, selama proses produksi didapati terjadinya kecacatan produk yang didominasi pada mesin *forming*, Setelah dilakukan analisis efektivitas mesin *forming* diketahui nilai OEE sebesar 83.79% sehingga perlu dilakukan tindakan lebih lanjut dikarenakan lebih rendah dari standar OEE yaitu sebesar 85%. Kemudian dilakukan analisis FMECA untuk mengetahui komponen kritis yang sering menyebabkan terjadinya cacat produk. Berdasarkan analisis FMECA diketahui bahwa terdapat 2 komponen yang tergolong komponen kritis yaitu *sheet loading* dan *moulding*. Maka kedua komponen tersebut dilakukan analisis penjadwalan *maintenance* yang didapati bahwa pada komponen *sheet loading* perlu dilakukan perawatan setiap 352,016 menit dan dilakukan penggantian komponen setiap 11,58 hari dengan *task selection* berupa *time directed*. Pada komponen *moulding* dilakukan perawatan setiap 328,60 menit dan dilakukan penggantian komponen setiap 11.46 hari dengan *task selection* berupa *finding failure*.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu penerapan metodologi OEE, FMECA, dan RCM perlu diimplementasikan terhadap tiap mesin dengan komponen kritisnya masing-masing. Sehingga dapat meminimalisir terjadinya *breakdown* yang tentunya dapat menyebabkan kerugian perusahaan baik dari segi material maupun produktivitas. Selain itu, untuk menunjang lebih detail dalam penelitian ini perlu dilakukan analisis *six big losses* untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap efektivitas mesin. Serta perlu dilakukan perhitungan *age replacement* guna mengetahui kerugian yang terjadi akibat *breakdown* mesin yang menyebabkan terhentinya proses produksi.

5. Referensi

- [1] F. Samharil, E. Ismiyah, and E. Dhartikasari Priyana, "Perancangan Pemeliharaan Mesin Filter Press dengan metode FMECA dan Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus PT. XYZ)," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 335, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.20094.
- [2] M. Y. Suudi and E. S. S, "Pengaruh Bahan Baku Dan Manajeamen Rantai Pasokan Terhadap Proses Produksi Pt. Niro Ceramic Nasional Indonesia," *J. Ekon. dan Ind.*, vol. 22, no. 1, 2021, doi: 10.35137/jei.v22i1.528.

- [3] K. Kusnanto and W. Sugianto, “Analisis Keandalan Pneumatic System Pada Pesawat Penumpang Di Pt Abc,” *Comput. Sci. Ind. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 38–47, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/3078>
- [4] F. T. D. Atmaji, A. A. Noviyanti, and W. Juliani, “Implementation Of Maintenance Scenario For Critical Subsystem In Aircraft Engine Case study: NTP CT7 engine,” *Int. J. Innov. Enterp. Syst.*, vol. 2, no. 01, pp. 50–59, 2018, doi: 10.25124/ijies.v2i01.17.
- [5] C. T. N. Siregar, P. Kindangen, and I. D. Palandeng, “Evaluasi Pemeliharaan Mesin dan Peralatan Produksi PT. Multi Nabati Sulawesi (MNS) Kota Bitung,” *J. EMBA J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 10, no. 3, p. 428, 2022, doi: 10.35794/emba.v10i3.42362.
- [6] M. Holgado, M. Macchi, and L. Fumagalli, “Value-in-use of e-maintenance in service provision: survey analysis and future research agenda,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 28, pp. 138–143, 2016, doi: 10.1016/j.ifacol.2016.11.024.
- [7] Lie Darwin, “Analisis Pelaksanaan Kegiatan Pemeliharaan (Maintenance) Terhadap kualitas Produk Pada Cv Green Perkasa Pematangsiantar,” *J. Mak.*, vol. 3, no. 1, pp. 40–48, 2017.
- [8] N. Samka, S. Chan, H. Heriyana, and R. Rasyimah, “The Influence of Ethical Leadership on Ethical Behavior Mediated by Ethical Climate at Government Institutions in Aceh Indonesia,” *Manag. Res. Behav. J.*, vol. 1, no. 1, p. 31, 2021, doi: 10.29103/mrbj.v1i1.3868.
- [9] N. E. Triana and U. Amrina, “Menghitung Efektifitas Mesin Laser Cutting Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness,” *J. PASTI*, vol. 13, no. 2, p. 212, 2019, doi: 10.22441/pasti.2019.v13i2.010.
- [10] D. H. Triwardani, A. Rahman, and C. F. M. Tantrika, “Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisi Six Big Losses Pada Mesin Produksi Dual Filters DD07,” *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 379–391, 2013.
- [11] H. Ariyah, “Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus : PT . Lutvindo Wijaya Perkasa),” *J. Teknol. Dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 70–77, 2022.
- [12] F. F. Nurdin, “Peningkatan Productivitas Peralatan dan Perawatan Mesin Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE),” *Pros. SAINTEK Sains dan Teknol. Vol.2 No.1 Tahun 2023*, vol. 2, no. 1, pp. 388–399, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.pelitabangsa.ac.id/index.php/SAINTEK/article/view/2190>
- [13] O. Rabiatussyifa, F. N. Azizah, and A. D. Ardhani, “Analisis Produktivitas Mesin Buffing Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. XYZ Cikarang, Jawa Barat,” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 3, pp. 95–102, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6301691.
- [14] R. L. Hendryanto, R. Y. Hendryanto, and H. Basri, “Penerapan Metoda RCM Dan Analisis FMECA Untuk Menentukan Interval Preventif Maintenance Dan Estimasi Biaya Perawatan Mesin Potong Plat YSD HGS 31/30,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 481–488, 2023.
- [15] A. R. Sultan, M. I. Bachtiar, and H. Y. Wafa, “Metode FMECA (Failure Modes, Effect , and Criticallity Analysis) untuk Penentuan Prioritas Pemeliharaan dan Pencegahan Gangguan pada Penyulang 20 kV di Wilayah Kerja PT . PLN (Persero) ULP Karebosi,” *J. Teknol. Elekterika*, vol. 20, no. 1, pp. 37–43, 2023.
- [16] M. Fitri and M. Farid, “Perawatan Mesin Crusher Menggunakan Metode RCM dan MVSM di PT. Galatta Lestarindo Sijunjung,” *J. Teknol.*, vol. 13, no. 1, pp. 52–57, 2023, doi: 10.35134/jitekin.v13i1.92.
- [17] A. S. Dwijaputra, E. Nursanti, T. Priyasmanu, and P. Studi Teknik Industri S-, “Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Mesin Cane Carrier Dan IMC Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) Pada PG Kebon Agung,” *J. Mhs. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/4514>
- [18] A. Nurroif and D. Retnowati, “Perencanaan Preventive Maintenance Mesin Crane Dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM),” *J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, p. 111, 2022, doi: 10.30659/jurti.1.2.111-119.
- [19] A. Kurniawan, “Analisis Efektivitas Mesin Pengolahan Minyak Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Failure Mode Effect Analyst Pada Pt. Wilmar Nabati Indonesia,” *JUSTI (Jurnal Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 1, p. 62, 2022, doi: 10.30587/justicb.v3i1.4414.
- [20] D. Kurniawan, Trismawati, and T. Prihatiningsih, “Perbaikan Perawatan Mesin Rotary Lathe dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Menggunakan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (Oee),” *J. SENOPATI*, vol. 3, pp. 1–10, 2021.

- [21] Herwindo, A. Rahman, and R. Yuniarti, “Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Upaya Meningkatkan Nilai Efektivitas Mesin Carding,” *J. Rekayasa dan Manajemen Sist. Ind.*, vol. 2, no. 5, pp. 919–928, 2014.
- [22] Y. Priyandari, R. Zakaria, and A. Syakura, “Sistem Pakar Pemupukan Kelapa Sawit Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 16, no. 2, pp. 98–106, 2017, doi: 10.20961/performa.16.2.16978.
- [23] A. Rahman, “Penggunaan Metode Fmeca (Failure Modes Effects Criticality Analysis) Dalam Identifikasi Titik Kritis Di Industri Kemasan,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 31, no. 1, pp. 110–119, 2021, doi: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.1.110>.