

Usulan Perbaikan Kinerja Mesin Produksi Kulkas Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Failure Mode And Effect Analysis (PT. XYZ)

Trifenaus Prabu Hidayat¹, Andre Sugioko^{*2}, Cecilia Angelina³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta 12930, INDONESIA

Article Info

Article history:

Received
February 10, 2025

Accepted
May 17, 2025

Keywords:

OEE, performance,
failure mode and effect
analysis, RPN.

Abstract

PT XYZ is a company engaged in the household electronic equipment industry, one of which is refrigerator products. Two machines that are also responsible for the refrigerator production process are cold roll forming machines and PU injection machines. The refrigerator production process at PT XYZ is still considered ineffective because it does not reach the predetermined production target. The overall equipment effectiveness (OEE) method can assess the level of effectiveness of a machine based on three categories, namely availability, performance, and quality. Based on the results of calculating machine effectiveness using the OEE method, the two machines are below the ideal limit, namely 71.5% for the CRF machine and 57.22% for the injection machine, with a CRF machine performance value of 73.99% and 59.89% for the PU injection machine. An analysis of causes and solutions was carried out using the failure mode and effect analysis (FMEA) method using the risk priority number (RPN) assessment. The causes of low machine performance levels can provide solutions to improvements that must be made by the company. The recommended solution for the company is to apply preventive measures by adding UPS and generators to the factory, adding machine component damage detection sensors, and redesigning the jig.

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak di dalam bidang peralatan elektronik untuk rumah tangga. PT. XYZ menawarkan berbagai jenis peralatan rumah tangga, salah satu di antaranya adalah kulkas yang memiliki departemennya sendiri. Model kulkas yang ditawarkan setidaknya 64 model dan bisa bertambah sesuai kebutuhan pasar.

Tuntutan pasar terhadap model yang beragam menciptakan suatu tantangan bagi PT. XYZ, Permasalahan yang ditemukan di dalam proses produksi adalah bahwa target produksi bulanan sering tidak tercapai. Di dalam proses produksi kulkas tersebut, salah satu hal yang menjadi batasan produksi adalah jumlah jig (cetakan) di dalam proses injeksi *polyurethane* (PU) pada bagian *door* dan *cabinet* kulkas. Jig yang digunakan harus sesuai dengan model kulkas yang sedang diproses, sedangkan jumlah jig untuk setiap model sangatlah terbatas. Proses injeksi PU dapat memakan waktu setidaknya sebanyak 10 menit dan stasiun kerja injeksi PU hanya dapat menampung 14 jig dalam satu waktu.

Proses injeksi PU tersebut menjadi batasan dan arahan bagi mesin-mesin lainnya untuk melakukan proses produksinya. Salah satu mesin yang menjadi bagian penting di dalam proses produksi ini adalah mesin *cold roll forming* (CRF) yang berfungsi untuk membentuk

*Corresponding author. Andre Sugioko
Email address: andre.sugioko@atmajaya.ac.id

pre-coated metal (PCM) sheets untuk kabinet kulkas, dan proses ini merupakan proses pertama di dalam proses produksi kulkas. Oleh sebab itu, seluruh lini produksi bergantung dengan kelancaran mesin ini.

Permasalahan yang ditemukan harus diselesaikan oleh perusahaan untuk menghindari kerugian. Kinerja dari mesin-mesin dapat dihitung menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Melalui OEE, dapat diketahui seberapa efektif suatu mesin dalam menjalankan tugasnya dari beberapa sudut pandang. OEE terdapat tiga kategori efektivitas, yaitu ketersediaan, performa, dan kualitas (Sutoni, Setyawan, & Munandar, 2019; Sowmya & Chetan, 2016). Analisis dilanjutkan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi kegagalan dari kategori OEE yang paling buruk. Kegagalan yang paling fatal akan diidentifikasi menggunakan penilaian *Risk Priority Number* (RPN). Dengan begitu, pada akhir penelitian akan didapatkan penyebab terjadinya permasalahan dan solusi terhadap masalah tersebut.

2. STUDI LITERATUR

2.1 OEE

Overall equipment effectiveness merupakan salah satu alat pengukur kerugian-kerugian di dalam produksi dan memberikan gambaran terkait perbaikan. OEE merupakan salah satu langkah di dalam pengurangan *losses* pada TPM. Melalui OEE, kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh peralatan akan teridentifikasi dan juga mengetahui nilai efektivitas dari suatu alat. OEE juga dapat memberikan optimasi performa dari kapasitas saat ini, meningkatkan performa operator, mengurangi pergantian-pergantian, dan mengurangi variabel yang menurunkan produksi (Esmaeel et al, 2017). Berikut rumus untuk menghitung OEE (Tobe et al, 2017):

Availability

$$\mathbf{Availability} = \frac{\mathbf{Runtime}}{\mathbf{Plannedproductiontime}} \times \mathbf{100\%} \quad (1)$$

Performance

$$\mathbf{Performance} = \frac{\mathbf{Totalpieces \times Idealcyclotime}}{\mathbf{Runtime}} \times \mathbf{100\%} \quad (2)$$

Quality

$$\mathbf{Quality} = \frac{\mathbf{Goodproduct}}{\mathbf{Totalproduct}} \times \mathbf{100\%} \quad (3)$$

OEE

$$\mathbf{OEE} = (\mathbf{Availability} \times \mathbf{Performance} \times \mathbf{Quality}) \times \mathbf{100\%} \quad (4)$$

2.2 Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Dan Risk Priority Number Assessment

Failure mode and effect analysis (FMEA) pertama kali diluncurkan oleh departemen manufaktur aviasi di Amerika Serikat pada tahun 1950. Kegunaan awal dari FMEA adalah untuk menyelesaikan permasalahan kualitas dan reabilitas dari produk militer. Dengan kegunaannya untuk perbaikan kualitas, FMEA mulai digunakan secara luas. FMEA mampu menganalisis desain produk, tahapan manufaktur, dan identifikasi dan mengevaluasi kemungkinan kegagalan di setiap tahapan produksi (Wu, Liu, & Nie, 2021). FMEA menjadi salah satu metode yang sering digunakan untuk mengukur risiko selama 40 tahun belakangan ini (Subriadi & Najwa, 2020). Penggunaan FMEA biasanya dilakukan oleh sekelompok ahli yang melakukan *brainstorming* untuk mendapatkan analisis spesifik

terhadap komponen sistem, karakter sistem, fungsi sistem, dan segala potensi mode kegagalan (Wu, Liu, & Nie, 2021).

FMEA menggunakan *risk priority number assessment* (RPN) untuk mendapatkan faktor pengaruh terbesar atau yang paling krusial. RPN menghitung tiga parameter utama risiko, yaitu dampak dari risiko kegagalan (*severity*), kemungkinan risiko terjadi (*occurrence*), dan kemunculan risiko (*detection*). Setiap parameter tersebut akan diberikan skala dari 1 hingga 10. Hasil RPN akan didapatkan melalui perkalian ketiga nilai parameter tersebut. Nilai RPN tertinggi menyatakan bahwa risiko tersebut merupakan risiko yang paling penting dan harus segera diberikan perbaikan daripada risiko dengan RPN lebih rendah (Subriadi & Najwa, 2020).

3. METODOLOGI

Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data, berupa data hisoris total hari kerja, data jam lembur, data *downtime* mesin, data jumlah produksi, data produk cacat dan wawancara dengan supervisor produksi serta pekerja berupa pemahaman pekerja terjadap penyebab *downtime* mesin, ferkuensi *downtime* mesin, hingga tindakan perbaikan jika terjadi *downtime* mesin untuk mesin Injeksi PU dan mesin CRF. Setelah data terkumpul, tahap pengolahan dimulai dengan metode OEE dengan langkah (Sowmya & Chetan, 2016):

1. Perhitungan *Planned Production Time*
Perhitungan *planned production time* dapat dicari melalui menjumlahkan seluruh waktu produksi terjadi (sesuai dengan jam kerja), termasuk hari lembur dan tidak terhitung hari libur. Hasil ini akan digunakan pada perhitungan *availability*
2. Perhitungan *Run Time* dan *Ideal Cycle Time*
Perhitungan *run time* dilakukan untuk mendapatkan waktu produksi mesin dengan mengeliminasi waktu *downtime* dari *planned production time*. Dan pada tahap ini juga dilakukan perhitungan *cycle time* menggunakan data kapasitas mesin dan durasi produksi.
3. Perhitungan nilai *OEE*
Perhitungan nilai *OEE* dilakukan dari perhitungan *availability* menggunakan hasil *run time* dan *planned production time*. Perhitungan *performance* menggunakan data jumlah produksi, data *cycle time* dan *run time*. Perhitungan *quality* menggunakan data total produk lolos inspeksi dengn data produk cacat. Setelah didapatkan nilai *availability*, *performance*, dan *quality*, didapatkan nilai *OEE*

Hasil nilai *OEE* akan dibandingkan dengan nilai *OEE* teoritis, bertujuan untuk melihat apakah ada kerugian-kerugian yang dapat diperbaiki. Apabila ditemukan akan dilanjutkan dengan metode FMEA, dengan langkah-langkah sebagai berikut (Sharma & Srivastava, 2018) :

1. Tahap pertama di dalam metode FMEA adalah untuk mengetahui apa saja bentuk kegagalan (*failure mode*) yang terjadi di dalam rantai produksi yang dapat menyebabkan nilai *performance* rendah. Pada kedua mesin, diidentifikasi bahwa kegagalan yang menyebabkan nilai *performance* rendah adalah karena hasil produk yang tidak efektif oleh mesin, yaitu terlihat dari target produksi yang tidak tercapai dan mesin tidak memberikan hasil yang sebenarnya.
2. Kedua, *failure effect* atau akibat dari kegagalan harus dapat diketahui untuk mengetahui besarnya dampak dari kegagalan tersebut, karena dampaknya akan meningkatkan waktu henti mesin atau *downtime*.
3. Ketiga, setiap kegagalan akan dianalisis untuk mengetahui penyebab-penyebab yang berpotensi untuk menghadirkan kegagalan itu. Seluruh efek tersebut juga

membutuhkan kontrol yang dilakukan oleh perusahaan untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan.

- Keempat, Melakukan pengukuran nilai *severity (s)*, *occurrence (o)*, dan *detection (d)* menggunakan *standard scoring system*, dilanjutkan perhitungan nilai RPN untuk tingkat kepentingan atau prioritas perusahaan terhadap nilai *performance* yang rendah dapat dilakukan dengan memberikan RPN pada setiap kegagalan. RPN dilakukan terhadap tiga aspek, yaitu *severity (s)*, *occurrence (o)*, dan *detection (d)*. Nilai RPN yang diberikan berada di dalam interval 1-10.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1, dan Tabel 2 merupakan hasil perhitungan OEE untuk mesin CRF dan mesin injeksi PU.

Tabel 1.
Rekapitulasi Hasil OEE Mesin CRF

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
Januari	96.36	76.18	99.732	73.20
Februari	98.39	77.31	99.80	75.92
Maret	99.41	67.43	99.77	66.88
April	97.15	74.97	99.89	72.75
Mei	95.66	70.94	99.78	67.71
Juni	94.50	67.16	99.58	63.20
Juli	96.20	66.28	99.73	63.59
Agustus	98.66	74.43	99.92	73.38
September	97.63	78.76	99.82	76.75
Oktober	94.20	80.16	99.70	75.29
November	96.54	76.72	99.78	73.89
Desember	97.53	77.52	99.78	75.44
Average	96.85	73.99	99.77	71.50

Tabel 2.
Rekapitulasi Hasil OEE Mesin Injeksi PU

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
Januari	94.62	66.79	99.79	63.06
Februari	90.86	64.77	99.86	58.77
Maret	93.32	56.96	99.84	53.08
April	93.60	63.80	99.92	59.67
Mei	95.32	62.96	99.82	59.91
Juni	95.20	55.85	99.66	52.99
Juli	96.30	51.46	99.79	49.45
Agustus	97.93	60.69	99.96	59.41
September	98.69	57.82	99.87	56.98
Oktober	96.90	59.08	99.74	57.10
November	98.25	56.82	99.87	55.76
Desember	98.23	61.69	99.84	60.50
Average	95.77	59.89	99.83	57.22

Berdasarkan Tabel 1, dan Tabel 2, ditemukan nilai OEE mesin CRF bernilai 71.5% yang bila dibandingkan dengan standar OEE (Sowmya & Chetan, 2016), mesin CRF berada pada posisi yang kurang baik dan dapat diterapkan perbaikan. Begitu juga dengan mesin injeksi PU yang memiliki nilai OEE lebih rendah, yaitu 57.22%. Dua mesin tersebut

memiliki nilai OEE yang tergolong rendah yang dapat menjadi indikasi bahwa permasalahan yang terjadi di dalam perusahaan dapat berasal dari kurang efektifnya mesin-mesin tersebut.

Mesin CRF, rata-rata *availability* adalah sebesar 96.85% yang sudah ideal, rata-rata *quality* sebesar 99.77% yang ideal dan hampir sempurna, serta rata-rata *performance* sebesar 73.99% yang berada di bawah ideal. Hal serupa didapatkan pada hasil perhitungan pada mesin injeksi PU, di mana rata-rata *avalibility* sebesar 95.77% dan rata-rata *quality* sebesar 99.83% telah mengindikasikan idealisme di dalam mesin. Hasil tersebut dapat terjadi karena nilai *downtime* yang tidak terlalu besar dan hasil atau *output* yang berkualitas, di mana sulit untuk ditemukan adanya *defect*. Namun, rata-rata *performance* sebesar 59.89% yang berada di bawah kata ideal turut menurunkan nilai OEE dari mesin injeksi PU.

Disimpulkan bahwa mesin CRF dan mesin injeksi PU memiliki masalah pada *availability*. Tingkat *avalibility* yang rendah disebabkan oleh penurunan performa mesin dari siklus waktu yang ideal. *Performance* dapat terlihat dari selisih jumlah hasil produksi (tanpa memperhatikan kualitas) dari jumlah unit produksi yang ideal atau seharusnya. Jumlah hasil produksi mesin dapat berkurang jika kecepatan operasi mesin tidak optimal, mesin sering bermasalah, mesin tidak terawat, atau operator yang kurang kompeten dalam mengoperasikan mesin (Qarahasanlou *et al*, 2017).

Dikarenakan nilai OEE mesin CRF dan injeksi PU yang kurang, maka langkah perbaikan perlu dirancang untuk mengatasi penurunan nilai *performance*. Perancangan perbaikan menggunakan metode FMEA. Tabel 3 dan Tabel 4 adalah hasil analisa metode FMEA untuk mesin CRF dan injeksi PU.

Tabel 3.
***Failure Mode and Effect Analysis* Mesin CRF**

No	Failure	Failure Mode	Failure Effect	Potential Cause(s) of Failure	Current Process Control
1	Target produksi tidak tercapai	Mesin tidak dapat beroperasi	Meningkatkan <i>downtime</i> mesin	Terjadinya pemadaman listrik	Tidak ada
		Roll tidak berjalan	Meningkatkan <i>downtime</i> mesin	Pelumas yang kurang	Melakukan pengecekan mesin berkala
		Komponen mesin tidak dapat bergerak	Meningkatkan <i>downtime</i> mesin	Penurunan tekanan udara <i>compressor</i>	Melakukan pengecekan mesin berkala
		Material tidak dapat diproses	Meningkatkan <i>downtime</i> mesin	Sistem <i>vacuum lifter</i> tidak bekerja	Melakukan pengecekan mesin berkala
		Pergerakan <i>roll</i> menjadi tidak lancar	Meningkatkan <i>downtime</i> mesin	Kerusakan pada <i>bearing</i>	Melakukan pengecekan mesin berkala
2	Lubang pada kabinet tidak sesuai spesifikasi	Lubang yang terbentuk tidak sesuai posisi	Kabinet tidak dapat disatukan dengan <i>liner</i>	Operator baru tanpa pengalaman	Melakukan pengecekan dua kali
		Lubang pada kabinet menjadi tidak sempurna	Terdapat bagian kasar pada permukaan kabinet	Mata <i>notching</i> yang sudah tumpul	Melakukan pengecekan mesin berkala
3	Bentuk kabinet tidak sesuai spesifikasi	Material tidak mendapatkan bentuk yang seharusnya	Kabinet tidak dapat masuk ke dalam jig	Komponen U <i>bender</i> terlepas	Melakukan pengecekan mesin berkala
		Produk yang dihasilkan tidak sesuai	Model kabinet tidak sesuai	Operator kurang terlatih	Melakukan pengecekan dua kali

Berdasarkan Tabel 3, target produksi yang tidak tercapai pada mesin CRF terlihat dari frekuensi henti mesin yang tinggi yang mengurangi waktu mesin untuk menghasilkan produk. Pada mesin injeksi PU, target produksi tidak tercapai karena frekuensi mesin berhenti yang tinggi dan mesin yang bekerja lebih lambat dari seharusnya. Mesin CRF yang tidak memberikan hasil sebenarnya dapat terlihat dari komponen yang dihasilkan pada stasiun kerja tersebut yang tidak sesuai spesifikasi. Pada kolom *failure effect*, mesin CRF mengalami frekuensi henti mesin tinggi dapat meningkatkan waktu henti mesin atau *downtime*. ketika *downtime* meningkat, waktu yang dimiliki oleh mesin untuk memproduksi semakin terbatas, sehingga mesin tidak dapat produksi secara efektif. Kegagalan komponen yang tidak sesuai spesifikasi dapat menyebabkan komponen tersebut harus diproses ulang. Pengulangan proses produksi terhadap satu komponen akan menghilangkan kesempatan komponen lain untuk diproduksi dengan adanya pengurangan sumber daya (Bhamu & Sangwan, 2014).

Tabel 4.
Failure Mode and Effect Analysis Mesin Injeksi PU

No	Failure	Failure Mode	Failure Effect	Potential Cause(s) of Failure	Current Process Control
1	Target produksi tidak tercapai	Proses injeksi terhenti	Meningkatkan waktu henti mesin	Solenoid <i>injection</i> tidak berfungsi Terjadinya pemadaman listrik	Melakukan pengecekan mesin berkala Tidak ada
		Aliran produksi terhenti	Meningkatkan waktu henti mesin	Conveyor berhenti mendadak	Melakukan pengecekan mesin berkala
		Tidak terdapat produk yang dapat dimuat	Meningkatkan waktu henti mesin	Kehabisan palet pada conveyor	Perhitungan palet yang digunakan selama proses produksi
		Kerusakan pada mesin	Meningkatkan waktu henti mesin	Mesin terlalu panas	Memberikan mesin waktu istirahat
		Jig tidak dapat ditutup	Meningkatkan waktu henti mesin	Jig macet	Melakukan pengecekan mesin berkala
		Proses injeksi menjadi tidak akurat	Kabinet tidak padat	Sensor <i>injector</i> tidak berfungsi	Melakukan pengecekan mesin berkala
2	Hasil PU tidak sesuai spesifikasi	Material PU tidak meleleh dengan benar	PU tidak dapat mengeras	Kesalahan pada sistem <i>hotmelt</i>	Melakukan pengecekan mesin berkala
		PU menjadi meluber	PU berlebih harus dibersihkan	Posisi <i>injector</i> tidak sesuai	Tidak ada
		Jig tidak dapat tertutup dengan rapat	Posisi <i>liner</i> dan kabinet berantakan	Compressor tidak berfungsi	Melakukan pengecekan mesin berkala
		Produk tidak dapat diposisikan dengan benar	Kabinet menjadi penyek	Jig memiliki kerusakan	Melakukan pengecekan mesin berkala

Berdasarkan Tabel 4, mesin injeksi PU juga mengalami target produksi yang tidak tercapai hal tersebut terlihat dari kerusakan pada sistem pemanas mesin, PU yang meluber, jig tidak tertutup rapat, dan produk yang tidak dapat diposisikan dengan benar. Pada bagian *failure effect*, mesin injeksi PU adalah waktu henti yang meningkat oleh kegagalan terjadinya henti mesin, hasil produksi yang berkurang akibat mesin berjalan lebih lambat, frekuensi perawatan mesin yang lebih banyak karena kerusakan-kerusakan mesin, harus membersihkan jig karena PU yang meluber, posisi yang tidak sesuai karena jig tidak tertutup, serta kabinet menjadi *defect* yang menyebabkan harus dilakukan perbaikan karena produk tidak dapat masuk ke dalam jig.

Hasil metode FMEA (Tabel 3 dan Tabel 4), dilanjutkan dengan perhitungan nilai RPN untuk prioritas perbaikan yang segera dilaksanakan, gambar 1 dan gambar 2 berikut adalah hasil perhitungan RPN dengan melibatkan supervisor dan pekerja.

No	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Process Control	D	RPN
1	Target produksi tidak tercapai	Mesin tidak dapat beroperasi	Tidak terdapat kabinet yang dihasilkan	10	Terjadinya pemadaman listrik	2	Tidak ada	10	200
		<i>Roll</i> tidak berjalan	Kabinet tidak dapat diproses	5	Pelumas yang kurang	1	Melakukan pengecekan mesin berkala	2	10
		Komponen mesin tidak dapat bergerak	Tidak terdapat kabinet yang dihasilkan	10	Penurunan tekanan udara <i>compressor</i>	4	Melakukan pengecekan mesin berkala	7	280
		Material tidak dapat diproses	Tidak terdapat kabinet yang dihasilkan	10	Sistem <i>vacuum lifter</i> tidak bekerja	2	Melakukan pengecekan mesin berkala	7	140
		Pergerakan <i>roll</i> menjadi tidak lancar	Terjadi <i>bottleneck</i>	5	Kerusakan pada <i>bearing</i>	1	Melakukan pengecekan mesin berkala	5	25
2	Lubang pada kabinet tidak sesuai spesifikasi	Lubang yang terbentuk tidak sesuai posisi	Kabinet tidak dapat disatukan dengan <i>liner</i>	8	Operator baru tanpa pengalaman	3	Melakukan pengecekan dua kali	2	48
		Lubang pada kabinet menjadi tidak sempurna	Terdapat bagian kasar pada permukaan kabinet	8	Mata <i>notching</i> yang sudah tumpul	1	Melakukan pengecekan mesin berkala	1	8
3	Bentuk kabinet tidak sesuai spesifikasi	Material tidak mendapatkan bentuk yang seharusnya	Kabinet tidak dapat masuk ke dalam jig	8	Komponen U <i>bender</i> terlepas	2	Melakukan pengecekan mesin berkala	4	64
		Produk yang dihasilkan tidak sesuai	Model kabinet tidak sesuai	7	Operator kurang terlatih	3	Melakukan pengecekan dua kali	2	42

Gambar 1.
RPN Assessment pada Mesin CRF
(Sumber: Pengolahan Data)

No	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Process Control	D	RPN
1	Target produksi tidak tercapai	Proses injeksi terhenti	Tidak terdapat kabinet yang memiliki PU	10	<i>Solenoid injection</i> tidak berfungsi	1	Melakukan pengecekan mesin berkala	2	20
				10	Terjadinya pemadaman listrik	2	Tidak ada	10	200
		Aliran produksi terhenti	Jumlah produksi berkurang	8	<i>Conveyor</i> berhenti mendadak	2	Melakukan pengecekan mesin berkala	5	80
		Tidak terdapat produk yang dapat dimuat	Jumlah produksi berkurang	8	Kehabisan palet pada <i>conveyor</i>	4	Perhitungan palet yang digunakan selama proses produksi	1	32
		Kerusakan pada mesin	Proses produksi terhenti	10	Mesin terlalu panas	2	Memberikan mesin waktu istirahat	1	20
2	Hasil PU tidak sesuai spesifikasi	Jig tidak dapat ditutup	Kabinet tidak dapat diisi dengan PU	8	Jig macet	5	Melakukan pengecekan mesin berkala	3	120
		Proses injeksi menjadi tidak akurat	Kabinet tidak padat	8	Sensor <i>injector</i> tidak berfungsi	1	Melakukan pengecekan mesin berkala	3	24
		Material PU tidak meleleh dengan benar	PU tidak dapat mengeras	8	Kesalahan pada sistem <i>hotmelt</i>	4	Melakukan pengecekan mesin berkala	2	64
		PU menjadi meluber	PU berlebih harus dibersihkan	5	Posisi <i>injector</i> tidak sesuai	1	Memastikan posisi injektor sebelum PU dihasilkan	1	5
		Jig tidak dapat tertutup dengan rapat	Posisi <i>liner</i> dan kabinet berantakan	7	<i>Compressor</i> tidak berfungsi	5	Melakukan pengecekan mesin berkala	7	245
Produk tidak dapat diposisikan dengan benar	Kabinet menjadi penyek	7	Jig memiliki kerusakan	5	Melakukan pengecekan mesin berkala	2	70		

Gambar 2.
RPN Assessment pada Mesin Injeksi PU
(Sumber: Pengolahan Data)

Hasil RPN Gambar 1 dan Gambar 2, kan diurutkan berdasarkan kegagalan yang paling berisiko. Urutan kegagalan didapatkan dari mengurutkan nilai RPN dari yang terbesar hingga yang terkecil. Nilai RPN menggambarkan kepentingan dari risiko tersebut, sehingga

nilai RPN yang kecil mengindikasikan bahwa kegagalan tersebut tidak berisiko untuk produksi. Kegagalan yang dianalisis atau diberikan rekomendasi dilakukan pada *failure* dengan RPN lebih besar dari 100 karena dianggap memiliki tingkat kekritisan sedang hingga tinggi (RPN >200) terhadap penurunan *performance* (Alijoyo et al, 2020).

Faktor penghambat *performance* pada mesin CRF (gambar 1) ada tiga bila dilihat berdasarkan nilai RPNnya. Kegagalan yang menjadi faktor penghambat paling berdampak jika diurutkan adalah komponen mesin tidak dapat bergerak karena penurunan tekanan udara *compressor* dengan nilai RPN sebesar 280, mesin tidak dapat beroperasi karena pemadaman listrik dengan nilai RPN sebesar 200, dan material tidak dapat diproses karena sistem *vacuum lifter* tidak bekerja dengan nilai RPN sebesar 140. Ketiga *failure* tersebut memiliki nilai RPN yang besar karena *current process control* yang memiliki nilai tinggi, yang artinya bahwa kontrol saat ini tidak dapat mendeteksi terjadinya permasalahan. Oleh sebab itu, harus dilakukan perbaikan terhadap kontrol terhadap listrik padam, komponen *compressor*, dan *vacuum lifter* pada mesin CRF. Perbaikan kontrol dapat dilakukan dengan tindakan preventif.

Faktor penghambat *performance* pada mesin injeksi PU (gambar 2) ada tiga bila dilihat berdasarkan nilai RPNnya. Kegagalan yang menjadi faktor penghambat paling berdampak jika diurutkan adalah tidak terdapat kabinet yang memiliki PU karena terjadinya pemadaman listrik dengan nilai RPN sebesar 200, posisi *liner* dan kabinet berantakan karena *compressor* tidak berfungsi dengan nilai RPN sebesar 245, dan kabinet tidak dapat diisi dengan PU karena jig macet dengan nilai RPN sebesar 120. Kegagalan pada posisi 2 pertama yang paling krusial memiliki nilai *detection* yang tinggi, sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap kontrol untuk mendeteksi kegagalan. Satu kegagalan lainnya tidak memiliki nilai *detection* yang tinggi, melainkan *severity* dan *occurrence* yang tinggi, sehingga harus dilakukan perbaikan terhadap desain proses atau mesin untuk mencegah terjadinya kegagalan tersebut karena memiliki dampak yang besar bagi hasil produk. Perbaikan kontrol dapat dilakukan dengan tindakan preventif.

Terdapat dua permasalahan yang paling berisiko dan umum di antara mesin CRF dan injeksi PU adalah terjadinya pemadaman listrik yang membuat mesin berhenti dan tidak dapat melakukan proses produksi. Hingga saat ini tidak terdapat alat yang mendeteksi akan terjadinya pemadaman listrik karena berada di luar kemampuan perusahaan, namun satu hal yang dapat ditangani oleh perusahaan terkait hal tersebut, yaitu memberikan cadangan listrik agar mesin tetap berjalan. Proses penanganan listrik padam tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan unit UPS (*uninterruptible power supply*) dan genset. Genset dibutuhkan untuk mesin-mesin semi-otomatis seperti mesin CRF dan injeksi PU yang sangat berpengaruh di dalam sistem produksi. Dan permasalahan kedua adalah komponen *compressor* yang sering bermasalah. Pada mesin CRF, terdapat *compressor* untuk menggerakkan komponen-komponen mesin dan juga *vacuum lifter*. Pada mesin injeksi PU, *compressor* digunakan untuk menutup jig. Perbaikan tersebut dilakukan pada sistem deteksi kerusakan komponen. Saat ini, penanganan yang dilakukan untuk mencari kerusakan pada dua komponen itu adalah dari *maintenance* mesin berkala. Namun, hal tersebut tidak efektif dalam mendeteksi kerusakan komponen saat mesin memproduksi sehari-hari. Alat deteksi berupa sensor tekanan dapat diberikan pada komponen *compressor* dan *vacuum lifter*. Alat deteksi tersebut akan memberikan *warning* kepada operator ketika tingkat tekanan pada komponen menurun dan berada di bawah batas wajar. Dengan begitu, operator dapat melakukan penanganan sebelum terjadinya kerusakan fatal yang menyebabkan mesin harus berhenti beroperasi (Ylipää et al, 2017; Lakho et al, 2020; Qarahasanlou et al, 2017).

Perbaikan tambahan harus diberikan pada mesin injeksi PU, yaitu terhadap jig. Proses injeksi PU tidak dapat dilakukan tanpa adanya jig yang menahan komponen saat busa PU mengembang. Oleh sebab itu, jig memiliki dampak yang besar bagi keberlanjutan proses injeksi PU. Permasalahan yang sering ditemukan pada jig adalah jig macet, sehingga tidak dapat ditutup. Penanganan yang dilakukan saat ini hanyalah melakukan *maintenance* berkala pada jig yang dapat mendeteksi kerusakan pada jig. Namun, dibutuhkan kontrol tambahan agar permasalahan tersebut tidak sering terjadi, yaitu dengan memodifikasi desain jig pada permasalahan yang sering ditemukan. Jig dapat dirancang atau *custom* oleh tim *engineering* yang dapat mencegah jig macet dari sistem penutupnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan OEE dan analisa FMEA, PT. XYZ mengalami nilai OEE yang dibawah nilai ideal untuk mesin CRF dan mesin injeksi PU. Nilai OEE yang dibawah nilai ideal dikarenakan nilai *performance* yang buruk untuk kedua mesin. Maka untuk memperbaiki nilai *performance* disarankan untuk mengaplikasikan tindakan preventif dengan menambahkan UPS dan genset pada pabrik, menambahkan sensor deteksi kerusakan komponen mesin, dan merancang ulang jig.

REFERENCE

1. Alijoyo, A., Wijaya, B., Jacob, I. (2020). *Failure Mode Effect Analysis*. Bandung: Center for Risk Management & Sustainabilit
2. Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876-940.
3. Esmaeel, R. I., Zakuan, N., Jamal, N. M., & Taherdoost, H. (2017). Understanding of business performance from the perspective of manufacturing strategies: fit manufacturing and overall equipment effectiveness. *11th International Conference Interdisciplinarity in Engineering* (pp. 998-1006). Tirgu-Mures: Elsevier.
4. Lakho, T. H., Khan, M. A., Virk, S. I., & Indher, A. A. (2020, December). Implementation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Maintenance Management. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 07-10).
5. Qarahasanlou, A. N., Barabadi, A., & Ayele, Y. Z. (2017). Production performance analysis during operation phase: A case study. *Proc. IMechE Part O: J Risk and Reliability*, 1-17
6. Sharma, K. D., & Srivastava, S. (2018). Failure mode and effect analysis (FMEA) implementation: a literature review. *J Adv Res Aeronaut Space Sci*, 5(1-2), 1-17.
7. Sowmya, K., & Chetan, N. (2016). A Review on Effective Utilization of Resources Using Overall Equipment Effectiveness by Reducing Six Big Losses. *IJSRSET*, 2(1), 556-562.
8. Subriadi, A. P., & Najwa, N. F. (2020). The consistency analysis of failure mode and effect analysis (FMEA) in information technology risk assessment. *Heliyon* 6, 1-12.
9. Sutoni, A., Setyawan, W., & Munandar, T. (2019). Total Productive Maintenance (TPM) Analysis on Lathe Machines using the Overall Equipment Effectiveness Method and Six Big Losses. *ICCOMSET 2018* (pp. 1-6). Cianjur: IOP Publishing
10. Tobe, A. Y., widhiyanuriyawan, D., & Yuliati, L. (2017). The Integeration of Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method and Lean Manufacturing Concept to Improve Production Performance (Case Study: Fertilizer Producer). *Journal of Engineering and Management*, 5(2), 102-108.

11. Wu, Z. Y., Liu, W. D., & Nie, W. B. (2021). Literature review and prospect of the development and application of FMEA in manufacturing industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1409-1436.
12. Ylipää, T., Skoogh, A., Bokrantz, J., & Gopalakrishnan, M. (2017). Identification of maintenance improvement potential using OEE assessment. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66(1), 126-143.