
ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN INJECTION MOULDING MENGUNAKAN METODE OEE DAN FMEA (STUDI KASUS DI PT. CAHAYA BINTANG PLASTINDO)

May Dian Susanto¹, Deny Andesta², dan Mohammad Jufriyanto³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia

Email: maydiansusanto93@gmail.com

ABSTRAK

PT Cahaya Bintang Plastindo salah satu perusahaan yang memproduksi plastik kebutuhan rumah tangga. Produk plastik yang dihasilkan seperti meja, kursi, almari, dan peralatan rumah tangga lainnya, untuk memproduksi plastik dibutuhkan mesin injection sebagai alat untuk proses produksi. Untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin injection moulding dilakukan pengukuran menggunakan metode OEE. Metode OEE memiliki tiga faktor utama dalam OEE yaitu *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Product*. Jika nilai OEE belum memenuhi standar nilai kelas dunia, maka dilakukan perhitungan *Six Big Losses*, kemudian dilakukan menggunakan *fishbone diagram*. Tingkat Efektivitas mesin injection moulding, dilihat berdasarkan perhitungan OEE. Rata-rata nilai OEE mesin injection moulding sebesar 63,27%, hasil tersebut belum memenuhi standar nilai OEE kelas dunia. Hasil dari *six big losses* dan analisis *fishbone diagram* menunjukkan bahwa faktor terbesar yang mempengaruhi mesin tersebut adalah *Breakdown Losses* dan *Reduce Speed Losses*

Kata Kunci : OEE, Six Big Losses, Fishbone Diagram

ABSTRACT (B.Ingggris, 150-200 kata) 10 pt

PT Cahaya Bintang Plastindo is one of the companies that produces plastic for household needs. The resulting plastic products such as tables, chairs, cupboards and other household appliances, to produce plastic an injection machine is needed as a tool for the production process. To determine the effectiveness of the injection molding machine, measurements were made using OEE method. The OEE method has three main factors in OEE, namely Availability, Performance Efficiency, and Product Quality. If the OEE value does not meet the standard of world-class value, then Six Big Losses is calculated, then performed using a fishbone diagram. The level of effectiveness of the injection molding machine is based on the OEE calculation. The average OEE value of the injection molding machine is 63.27%, this result does not meet the world-class OEE value standard. The results of six big losses and fishbone diagram analysis show that the biggest factors that affect the machine are Breakdown Losses and Reduce Speed Losses.

Keyword : OEE, Six Big Losses, Fishbone Diagram

Jejak Artikel

Upload Artikel : 20 Maret 2022

Revisi : 25 Maret 2022

Publish : 15 April 2022

1. PENDAHULUAN

Proses Produksi yang berlangsung dalam suatu industry manufaktur hampir semuanya menggunakan mesin dan peralatan. Semakin sering mesin bekerja untuk memenuhi target produksi yang melebihi kemampuan mesin dapat menurunkan kualitas kinerja mesin, menurunkan jangka waktu pemakaian mesin dan sering membutuhkan pergantian komponen rusak. Apabila mesin atau peralatan yang digunakan mengalami kerusakan maka proses produksi akan terhambat. (Yakin, 2018)

PT Cahaya Bintang Plastindo adalah salah satu bagian dari PT Olympic Grup. Perusahaannya ini didirikan pada tahun 2015 di Gresik dan berelokasi ke Lamongan pada Tahun 2018. Perusahaan ini bergerak di bidang plastik alat rumah tangga dengan brand Olyplast. Produk yang dihasilkan diantaranya kursi, meja, *houseware*, *drawer*, *locker* dan *cabinet*. Pada Perusahaan ini terdapat 4 area utama, yaitu area *Mixing*, *Injection*, *Asembling* dan *Packing*.

Dalam penelitian ini membahas area produksi yaitu area *Injction*, di dalam area *injection* terdapat total 54 mesin dan beberapa jenis kapasiras mesin yaitu kapasitas 1300 kg berjumlah 1 mesin, 1000 kg berjumlah 1 mesin, 800 kg berjumlah 11 mesin, 600 kg berjumlah 16 mesin, 450 kg berjumlah 6 mesin, 250 kg berjumlah 5 mesin dan 165 kg berjumlah 3 mesin

Area *injection* adalah area inti karena merupakan pembuatan *plasticks* part yang akan dirakit pada *assembling*. Pada proses produksi di area *injection* sering terjadi gangguan produksi yang disebabkan oleh kerusakan, pemberhentian dan kegagalan pada mesin *injection moulding*, sehingga menyebabkan proses produksi tidak berjalan efektif dan efisien. Area *injection* memiliki 54 mesin produksi. Proses mesin *Injection Moulding* diawali dengan biji plastik/ resin dimasukkan ke dalam *Hopper* (bagian dari mesin *injection*) kemudian memasuki ke bagian *barrel* sesuai dengan prinsip grafitasi. Pemansan resin hingga tercapai titik melting oleh *heater*, mesin mengalami proses *plasticizing* berbentuk cairan dietak sesuai dengan desain dari cetaknya dan mengalami peninginan untuk proses perubahan fase dari cair ke padatan

(solidifikasi). Pada penelitian ini menganalisis mesin *injection mould* dikarenakan mesin ini merupakan salah satu mesin yang produktivitasnya paling rendah dan sering bermasalah. Berikut dapat dilihat pada tabel 1.1 data hasil produksi serta pencapaian target produksi mesin *Injection Mould* CF 300. Selama 12 bulan yakni Agustus 2020 – Agustus 2021 terdapat 10 bulan yang tidak memenuhi target

Tabel 1 Data Realisasi dan Target Produksi Kursi Mesin Injection Mould Bulan Agustus 2020 – Agustus 2021

Bulan Produksi	Realisasi Produksi (Unit)
Agustus 2020	16479
September 2020	20934
Oktober 2020	17830
November 2020	16739
Desember 2020	19873
Januari 2021	17738
Febuari 2021	18936
Maret 2021	13445
April 2021	17893
Mei 2021	19240
Juni 2021	20892
Juli 2021	17840
Agustus 2021	18935

Sumber : Departemen Produksi PT CBP

Kejadian kekurangan dan kelebihan target produksi dimungkinkan terjadi karena *downtime* pada fasilitas produksi. Data tersebut diperkuat dengan adanya data *downtime* yang jika waktu *downtime* sedikit maka hasil produksi memenuhi target dan jika banyak terjadi *downtime* maka hasil produksi tidak memenuhi target. Rata – rata *downtime* Mesin *Injection Mould* CF 300 dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Data Downtime Mesin Injection Mould CF300 Bulan Agustus 2020- Agustus 2021

Breakdown Time (Jam)	Set Up & Adjustment (Jam)
----------------------	---------------------------

Bulan	Trouble Diss (Jam)	Trouble Machine and Equipment (Jam)	Trouble Process (Jam)	Changeover Time (Jam)
Agustus 2020	50	12	39	30
September 2020	25	32	8	12
Oktober 2020	67	34	9	34
November 2020	56	44	14	20
Desember 2020	70	13	8	45
Januari 2021	22	33	45	54
Febuari 2021	18	78	16	34
Maret 2021	68	54	10	34
April 2021	23	25	33	12
Mei 2021	89	39	7	12
Juni 2021	70	13	19	30
Juli 2021	20	54	19	66

Sumber :Departemen Produksi PT CBP

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa mesin *injection mould* CF-300 pada bulan Agustus 2020 – Agustus 2021 memiliki *downtime* yang paling tinggi terjadi pada bulan Maret dengan total *downtime* 110 jam, Banyaknya *downtime* tersebut berakibat pada menurunnya hasil produksi. Dampak lain dari terjadinya *downtime* pada mesin *Injection Mould* tersebut akan dapat meningkatkan *part off spech*. Hal tersebut terjadi dikarenakan setelah *downtime* berakhir.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* dan *Failure Mode and Effect Abalysis*. Menurut Ansori dan Mustajib (2013) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (metrik) dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *Six Big Losses* peralatan. Selain itu, untuk mengukur kinerja dari satu sistem produktif. Kemampuan mengidentifikasi secara jelas akar permasalahan dan faktor penyebabnya sehingga membuat usaha perbaikan menjadi terfokus merupakan faktor utama metode ini diaplikasikan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan di dunia.

(Nakajima,1988) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi yang dijalankan. Hasil yang dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. Pengukuran *OEE* juga biasanya digunakan sebagai indikator kinerja utama *Key Performance Indicator* (KPI) dalam implementasi *lean manufacturing* untuk memberikan keberhasilan yang diinginkan.

OEE bukan hal baru dalam dunia industri dan manufaktur. Teknik pengukurannya sudah pernah dipelajari dari tahun ke tahun dengan tujuan untuk menyempurnakan perhitungan, sehingga hasil pengukuran OEE sangat berguna untuk memberikan kesempatan kepada bidang usaha manufaktur yang lain. Hasil dari perhitungan tersebut, nantinya akan dijadikan acuan untuk usulan perbaikan terhadap proses yang ada di perusahaan tersebut.

Menurut Ansori dan Mustajib (2013) dalam pelaksanaan OEE ada beberapa manfaat yang dapat diambil dari OEE antara lain:

Dapat digunakan untuk menentukan starting point dari perusahaan ataupun peralatan/mesin. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi kejadian *bottleneck* di dalam peralatan/mesin. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi kerugian produktifitas (*true productivity losses*).

Dapat digunakan untuk menentukan prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan peningkatan produktifitas

2.1 Perhitungan OEE

(Nakajima,1988) Berikut perhitungan nilai OEE yang meliputi *Availability*, *Performance*, dan *Quality* yang secara matematik dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

$$OEE = A \times PE \times Q$$

2.1.1 Availability

Availability merupakan rasio operation time terhadap waktu loading time-nya sehingga untuk menghitung *availability* mesin dibutuhkan nilai dari:

Operation time

Loading time

Downtime

Nilai availability dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Availability} = \frac{\text{Loading time} - \text{Downtime}}{\text{Waktu Yang Tersedia}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = \frac{\text{operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Loading time adalah waktu yang tersedia (*availability*) per hari atau per bulan dikurangi dengan waktu downtime mesin yang direncanakan (*planned downtime*). $\text{Loading time} = \text{Total availability} - \text{Planned downtime}$
Planned downtime adalah jumlah waktu downtime mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya.

Operation time merupakan hasil pengurangan loading time dengan waktu downtime mesin (*non-operation time*), dengan kata lain *operation time* adalah waktu operasi tersedia (*availability time*) setelah waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari total *availability time* yang direncanakan.

Downtime mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment failure*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin, pelaksanaan prosedur *set up and adjustment* dan lain-lainnya.

$\text{Downtime} = \text{Breakdown time} + \text{Set up and Adjustment}$

$\text{Operation time} = \text{Loading time} - \text{Downtime}$

2.1.2 Performance efficiency

Merupakan hasil perkalian dari *operation speed rate* dan *net operation rate*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).

Operation speed rate merupakan perbandingan antara kecepatan ideal mesin berdasarkan kapasitas mesin sebenarnya (*theoretical/ideal cycle time*) dengan kecepatan aktual mesin (*actual cycle time*).

Operation speed rate merupakan perbandingan antara kecepatan ideal mesin berdasarkan kapasitas mesin sebenarnya (*theoretical/ideal cycle time*) dengan kecepatan aktual mesin (*actual cycle time*).

$$\text{Operation speed rate} = \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle time}}$$

Net operation time

$$= \frac{\text{Processed amount} \times \text{Actual cycle time}}{\text{Operation time}}$$

Net operation rate merupakan perbandingan antara jumlah produk yang diproses (*process amount*) dikali *actual cycle time* dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung rugi yang diakibatkan oleh *minor stoppage* dan menurunnya kecepatan produksi (*reduced speed*). Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency*

Ideal cycle (waktu siklus ideal)

Processed amount (Jumlah produk yang diproses)

Operation time (waktu operasi mesin)

Performance efficiency dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Performance Efficiency

$$= \frac{\text{Processed amount} \times \text{Actual cycle time}}{\text{Operation Time}} \times \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle time}}$$

Performance Efficiency

$$= \frac{\text{Processed amount} \times \text{Actual cycle time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

Rate of Quality Product

Rate of quality product merupakan rasio jumlah produk yang baik terhadap total produk yang diproses. *Rate of quality product* memperhatikan dua faktor berikut:

Processed amount (jumlah yang diproduksi)

Defect amount (jumlah produk yang cacat termasuk produk scrap)

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Defect amount}} \times 100\%$$

2.2 Perhitungan Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)

TPM ditujukan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas dan dengan demikian membantu melaksanakan proses produksi. Semua fasilitas dapat mengalami kerugian, hal-hal yang mencegah fasilitas dari beroperasi

secara efektif disebabkan oleh kesalahan dan masalah operasi. Menurut David (1995) dalam Irsan (2015) dalam rangka meningkatkan efektivitas fasilitas harus diukur dan dikurangi besarnya kerugian yang dikenal dengan enam kerugian besar (*six big losses*) dari *Downtime losses* yaitu *equipment failure (breakdown loss)* dan *setup and adjustment loss*. *Speed losses* yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduce speed loss*. *Defect losses* yaitu *process defects loss* dan *reduce yield loss*.

Equipment Failure (Breakdown Loss)

Equipment failure (breakdown loss) yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba yang akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan output. Untuk menghitung *equipment failure (breakdown loss)* digunakan rumus:

$$= \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Setup and Adjustment Loss

Setup and adjustment loss yaitu kerugian karena pemasangan dan penyetelan yaitu semua waktu *setup* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan pengganti satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya. Untuk menghitung *setup and adjustment loss* digunakan rumus:

Idle and Minor Stoppages

Idle and minor stoppages disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. Kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage* dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai suatu *breakdown*. *Non productive time* merupakan waktu yang mengakibatkan mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk di karenakan gangguan di luar mesin (gangguan listrik padam, keterlambatan bahan baku, pembersihan mesin dll) sehingga mesin tidak bekerja secara

produktif. Untuk menghitung *idle and minor stoppages* digunakan rumus:

$$\text{Idle and Minor Stoppages} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Reduce Speed Loss

Reduce speed loss yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi). *Ideal cycle time* adalah waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan selama proses produksi. Untuk menghitung *reduce speed loss* digunakan rumus:

Reduce Speed Loss

$$= \frac{\text{Operation time} - (\text{Ideal cycle time} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Processed Defect Loss

Process defects loss yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Untuk menghitung *process defects loss* digunakan rumus:

Process Defect Loss

$$= \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Processed amount}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Reduce Yield Loss

Reduce yield loss kerugian yang disebabkan karena adanya sampah bahan baku (*scrap*) ataupun jumlah sisa produk yang tidak terpakai. Untuk menghitung *reduce yield loss* digunakan rumus:

Reduce Yield Loss

$$= \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pande (2002) dalam Rusmiati (2012) FMEA adalah sekumpulan petunjuk, sebuah proses, dan form untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan).

Rusmiati (2012) FMEA adalah metode untuk mengidentifikasi dan menganalisa potensi kegagalan dan akibatnya yang bertujuan untuk

merencanakan proses produksi secara baik dan dapat menghindari kegagalan proses produksi dan kerugian yang tidak diinginkan.

Berikut ini adalah hal-hal yang diidentifikasi dalam process FMEA yaitu (Besterfield (1995) dalam Rusmiati (2012)):

Process function requirement

Mendeskripsikan proses yang dianalisa. Tujuan proses harus diberikan selengkap dan sejelas mungkin. Jika proses yang dianalisa melibatkan lebih dari satu operasi, masing-masing operasi harus disebutkan secara terpisah disertai deskripsinya.

Potential failure mode

Dalam process FMEA, salah satu dari tiga tipe kesalahan harus disebutkan disini. Yang pertama dan paling penting adalah cara dimana kemungkinan proses dapat gagal. Dua bentuk lainnya termasuk bentuk kesalahan potensial dalam operasi berikutnya dan pengaruh yang terkait dengan kesalahan potensial dalam operasi sebelumnya.

Potential effect of failure

Sama dengan design FMEA, pengaruh potensial dari kesalahan adalah pengaruh yang diterima oleh konsumen. Pengaruh kesalahan harus digambarkan dalam kaitannya dengan apa yang dialami konsumen. Pada *potential effect of failure* juga harus dinyatakan apakah keselamatan akan mempengaruhi keselamatan seseorang atau melanggar beberapa peraturan produk.

Severity

Nilai tingkat keparahan dari akibat yang ditimbulkan terhadap konsumen maupun terhadap kelangsungan proses selanjutnya yang secara tidak langsung juga merugikan. Nilai *severity* terdiri dari rating 1-10. Semakin parah efek yang ditimbulkan, semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

Klasifikasi (class)

Kolom ini digunakan untuk mengklasifikasikan beberapa karakteristik produk khusus untuk komponen, sub sistem atau sistem-sistem yang mungkin memerlukan kontrol proses tambahan.

Potential cause

Penyebab potensial kesalahan diartikan bagaimana kesalahan dapat terjadi, digambarkan dari segala sesuatu yang dapat diperbaiki atau dikendalikan. Setiap penyebab kesalahan yang memungkinkan untuk masing-masing kesalahan yang dibuat harus selengkapnya dan sejelas mungkin.

Occurance

Seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan terjadi. Nilai *occurance* ini diberikan untuk setiap penyebab kegagalan yang terdiri dari rating 1-10. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

Current process control

Efek	Rangking	Kriteria
Tidak ada	1	Mungkin terlihat oleh operator
Sangat Sedikit	2	Tidak ada pengaruh untuk proses selanjutnya
Sedikit	3	Pengguna akan mungkin melihat pengaruhnya tetapi pengaruh sedikit
Minor	4	Proses sekitar dan/atau selanjutnya mungkin ikut terpengaruh
Sedang	5	Dampak akan terlihat sepanjang operasi
Parah	6	Mengganggu proses selanjutnya
Tingkat keparahan tinggi	7	<i>Downtime</i> yang signifikan
Tingkat keparahan yang sangat tinggi	8	<i>Downtime</i> yang signifikan dan dampak finansial yang besar
Tingkat keparahan yang ekstrim	9	Kegagalan menghasilkan efek berbahaya, perhatian pada keamanan dan peraturan Terkait
Tingkat keparahan maksimum	10	Kegagalan menghasilkan efek berbahaya, serta membahayakan operator

Current process control merupakan deskripsi *control* yang dapat mencegah sejauh memungkinkan bentuk kesalahan dari kejadian atau mendeteksi bentuk kesalahan yang terjadi.

Detection

Merupakan seberapa jauh penyebab kegagalan dapat terjadi yang terdiri dari rating 1-10. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

RPN

Risk priority number (RPN) adalah suatu sistem matematis yang menerjemahkan sekumpulan dari efek dengan tingkat keparahan (*severity*)

yang serius, sehingga dapat menciptakan suatu kegagalan yang berkaitan dengan efek-efek tersebut (*occurance*), dan mempunyai kemampuan untuk mendeteksi kegagalan-kegagalan (*detection*) tersebut sebelum sampai ke konsumen. RPN merupakan perkalian dari rating *occurance* (O), *severity* (S) dan *detection* (D)

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

Nilai RPN berkisar dari 1-1000, dengan 1 sebagai kemungkinan risiko desain terkecil. Nilai RPN dapat digunakan sebagai panduan untuk mengetahui masalah yang paling serius, dengan indikasi angka yang paling tinggi memerlukan prioritas penanganan yang serius.

Recommended Action

Recommended Action mempunyai tujuan untuk mengurangi satu atau lebih kriteria yang menyusun RPN. Peringkat dalam tingkat design validation akan menghasilkan pengurangan di tingkat detection. Hanya memindahkan atau mengontrol satu atau lebih dari penyebab/modus cacat melalui revisi desain yang bisa berefek pada penurunan peringkat *occurance*. Dan hanya revisi desain yang bisa membawa pengurangan peringkat *severity*.

Saran pedoman risiko untuk severity (keparahan), *occurrence* (kejadian), dan detection (deteksi) untuk proses FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Tabel 2.4.

Tabel 2. 1 Tingkat Severity (Keparahan) yang disarankan untuk FME

	Rangking	Keterangan
Hampir pasti	1	<i>Design control</i> hampir pasti untuk dapat mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya. <i>Machinery control</i> tidak diperlukan
Sangat tinggi	2	Kesempatan yang sangat tinggi bahwa <i>design control</i> akan mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya. <i>Machinery control</i> tidak diperlukan
Tinggi	3	Kemungkinan tinggi bahwa <i>design control</i> akan mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya. <i>Machinery control</i> akan mencegah kegagalan yang segera terjadi dan menghentikan penyebabnya.
Kemungkinan yang tinggi	4	Kesempatan yang cukup tinggi bahwa <i>design control</i> akan mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya.

		<i>Machinery control</i> akan mencegah kegagalan yang segera terjadi
Kemungkinan menengah	5	<i>Design control</i> cukup untuk mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya. <i>Machinery control</i> akan mencegah kegagalan yang segera terjadi
Kemungkinan yang rendah	6	Kesempatan rendah bahwa <i>design control</i> akan mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya. <i>Machinery control</i> akan memberikan indikator kegagalan terdekat
Kemungkinan yang lebih rendah	7	<i>Design</i> dan <i>machinery control</i> tidak mencegah kegagalan terjadi. <i>Machinery control</i> akan mencegah penyebab dan mode kegagalan berikutnya setelah kegagalan terjadi
Kemungkinan yang sangat rendah	8	Kecil kesempatan dari <i>design</i> dan <i>machinery control</i> mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya. <i>Machinery control</i> akan memberikan indikasi kegagalan.
Sedikit kemungkinan	9	Sangat kecil kesempatan dari <i>design</i> dan <i>machinery control</i> mendeteksi penyebab potensial dan mode kegagalan berikutnya
Sangat tidak mungkin	10	<i>Desain</i> dan <i>machinery control</i> tidak dapat mendeteksi penyebab potensial dan kegagalan berikutnya, atau tidak ada <i>design</i> atau <i>machinery control</i>

(Sumber: Dyadem, (2003) dalam Irsan, (2015))

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan OEE Mesin Injection Moulding CF-300

Perhitungan OEE digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin.

Langkah-langkah perhitungan nilai OEE yaitu:

3.1.1. Perhitungan Availability

Availability Ratio Merupakan Perbandingan dari operation time, dengan mengeliminasi downtime terhadap loading time atau waktu ideal berkerja. Untuk mengetahui masing-masing nilai tersebut dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ time - Downtime}{Waktu\ Yang\ Tersedia} \times 100\%$$

;

$$Loading\ Time - Downtime = Operation\ Time$$

$$\frac{\text{Loading time} - \text{Downtime}}{\text{Waktu Yang Tersedia}} \times 100\%$$

Availability =

Loading time = Total available time – Planned downtime

Downtime = Breakdown time + Set up and Adjustment

Operation time = Loading time – Downtime

Contoh perhitungan nilai availability mesin Injection Moulding CF 300 pada bulan Agustus 2020 adalah sebagai berikut:

Loading time = 624 Jam – 50 Jam = 574Jam

Downtime = 50 Jam + 12 Jam + 39 Jam + 30 Jam = 131 Jam

Operation time = 574 Jam – 131 Jam = 443 Jam

$$\text{Availability} = \frac{574-131}{443} \times 100\% = 78\%$$

Hasil keseluruhan dari perhitungan availability mesin Injection Moulding CF 300 bulan Agustus 2020 – Juli 2021 dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3 Tinglat Avaibility Bulan Agustus 2020 – Juli 2021

Bulan	Tingkat Avaibility %
Agustus	77,17%
September	89,30%
Oktober	75.75%
November	77.92%
Desember	79.91%
Januari	75.67%
Febuari	79.75%
Maret	76.11%
April	83.09%
Mei	78.05%
Juni	81.96%
Juli	77.60%

Data Perhitungan Nilai Avaibility Mesin Injection Moulding CF 300 Periode Agustus 2020 – Juli 2021

Sumber : Pengolahan Data

3.1.2. Perhitungan *Performance Efficiency*

perhitungan nilai performance efficiency mesin Injection Moulding CF 300 bulan Agustus 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Performance efficiency} = \frac{16497 \times 0,023}{443} = 85,55\%$$

Hasil keseluruhan dari perhitungan nilai *performance efficiency* mesin Injection Moulding CF 300 bulan Agustus 2020 – Juli 2021 dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 Perhitungan Nilai *Performance Efficiency* Mesin Injection Molding CF 300 periode Agustus 2020 - Juli 2021

Bulan	Processed Amount (Pcs)	Ideal Cycle Time (Jam/Pcs)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
Agustus	16479	0,023	443	85.55%
September	20934	0,026	643	84.64%
Oktober	17830	0,02	450	79.24%
November	16739	0,024	473	84.93%
Desember	19873	0,022	541	80.81%
Januari	17738	0,023	479	85.17%
Febuari	18936	0,026	575	85.62%
Maret	13445	0,033	529	83.87%
April	17893	0,02	457	78.30%
Mei	19240	0,022	523	80.93%
Juni	20892	0,024	600	83.56%
Juli	17840	0,026	551	83.56%

Sumber : Pengolahan Data

3.1.3. Perhitungan *Rate Of Quality Product*

Perhitungan nilai *rate of quality product* mesin Injection Moulding CF 300 untuk bulan Agustus 2020 adalah sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{16479 - 654}{16479} \times 100\%$$

$$= 96,03\%$$

Hasil Keseluruhan perhitungan nilai *rate of quality product* mesin Injection Molding CF 300 bulan Agustus 2020 - Juli 2021 dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 5 Perhitungan Nilai *Rate of Quality Product* Mesin Injection Molding CF 300 Periode Agustus 2020 – Juli 2021

Bulan	Processed Amount (Pcs)	Defect Amount (Pcs)	Rate of Quality Product (%)
Agustus	16479	654	96.03%
September	20934	789	96.23%
Oktober	17830	745	95.82%
November	16739	807	95.17%
Desember	19873	554	97.21%
Januari	17738	609	96.56%
Februari	18936	675	96.43%
Maret	13445	873	93.50%
April	17893	657	96.32%
Mei	19240	564	97.07%
Juni	20892	801	96.16%
Juli	17840	833	95.54%
Rata-rata			95.98%

Sumber : Pengolahan Data

3.1.4. Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness Mesin Injection Moulding CF 300

Hasil keseluruhan dari perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) mesin Injection Molding CF 300 bulan Agustus 2020 - Juli 2021 dapat dilihat pada tabel

Tabel Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness Mesin Injection Molding CF 300

Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	Overall Equipment Effectiveness (%)
Agustus	77.17%	85.55%	96.03%	63.41%
September	89.30%	84.64%	96.23%	72.74%
Oktober	75.75%	79.24%	95.82%	57.52%
November	77.92%	84.93%	95.17%	62.99%
Desember	79.91%	80.81%	97.21%	62.77%
Januari	75.67%	85.17%	96.56%	62.23%
Februari	79.75%	85.62%	96.43%	65.85%
Maret	76.11%	83.87%	93.50%	59.69%
April	83.09%	78.30%	96.32%	62.67%

Mei	78.05%	80.93%	97.07%	61.32%
Juni	81.96%	83.56%	96.16%	65.87%
Juli	77.60%	83.56%	95.54%	62.27%

Sumber : Pengolahan Data

3.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Berdasarkan perhitungan nilai efektifitas (OEE) pada mesin Injection Molding ditemukan adanya losses yang paling signifikan mempengaruhi nilai efektifitas (OEE) yaitu reduced speed losses dan breakdown losses. Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan yang tertinggi pada ke dua losses tersebut maka dilakukan suatu analisis dengan menggunakan metode FMEA.

Pembuatan FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi dan menilai risikorisiko yang berhubungan dengan potensi kegagalan serta prioritas langkah perbaikan. FMEA merupakan suatu prosedur terstruktur yang mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Mode kegagalan merupakan semua yang termasuk dalam kecacatan dan kondisi di luar batas spesifikasi. Kegagalan yang terjadi pada setiap tahapan proses produksi di diidentifikasi efek yang disebabkan dengan melakukan brainstorming

Pemberian nilai *severity*, *detection* dan *occurrence* pada *reduce speed loss* dan *breakdown loss* dilakukan dengan estimasi yang didasarkan pada pendapat orang yang berpengalaman dalam proses tersebut (*expert judgement*). Yang dimana proses brainstorming dilakukan dengan supervisor injection, bagian maintenance, setter dan operator mesin, skala yang digunakan acuan dapat dilihat pada tabel Hasil FMEA mesin Injection Molding CF 300 dapat dilihat pada Tabel

Tabel 6 Tabel FMEA Reduce Speed Losses

Jenis Kerusakan	Kategori Mesin	Penyakit Faktor Utama	Penyakit Faktor Utama	Level	Penyakit Kasus	Skor	Gejala Kasus	Daerah	RPN
Bekas hasil Lain	Mesin	Kecepatan mesin berkurang	Uraian mesin tidak ada dan terdapat masalah	1	Kerusakan	20	Berkas logam/kecepatan yang tidak ada dan tidak ada pemeliharaan yang dilakukan terhadap mesin tersebut.	4	200
					Kecepatan mesin				
		Pompa pemompaan	Kecepatan mesin	1	Kerusakan mesin	1	Merusak pompa pemompaan	2	10
					Melakukan pemeliharaan				
	Colling tower	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Melakukan pemeliharaan	1	Melakukan pemeliharaan pada colling tower yang terdapat masalah	1	100	
				Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah					
	Tidak ada pemompaan	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	10	
				Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah					
	Mesin	Tidak ada pemompaan	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Tidak ada pemompaan	1	Tidak ada pemompaan	1	10
					Tidak ada pemompaan				
		Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	100
					Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah				
Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	75		
			Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah						
Mesin	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Tidak ada pemompaan	1	Tidak ada pemompaan	1	100	
				Tidak ada pemompaan					
Mesin	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Tidak ada pemompaan	1	Tidak ada pemompaan	1	100	
				Tidak ada pemompaan					
Mesin	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Tidak ada pemompaan	1	Tidak ada pemompaan	1	100	
				Tidak ada pemompaan					
Mesin	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Tidak ada pemompaan	1	Tidak ada pemompaan	1	100	
				Tidak ada pemompaan					
Mesin	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	Kecepatan mesin yang tidak ada dan terdapat masalah	1	Tidak ada pemompaan	1	Tidak ada pemompaan	1	100	
				Tidak ada pemompaan					

Sumber : Pengolahan Data

4. SIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisa dari pengolahan data maka dapat ditarik kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian

Pencapaian nilai OEE Mesin Injection Molding

Rata-rata pencapaian OEE Mesin Injection Molding CF 300 yaitu 63,27%. Berdasarkan standar *ideal overall equipment effectiveness* yang menyaratkan nilai OEE ≥ 85%, maka OEE dari hasil perhitungan tidak memenuhi syarat dan perlu dilakukan perbaikan.

Hasil Perhitungan *Six Big Losses*

Faktor yang paling besar mempengaruhi pencapaian nilai pada mesin Injection Molding CF 300 adalah *Reduce speed Loss* dengan *total time loss* sebesar 1037,52 jam (34,46%) dan *breakdown loss* dengan *total time loss* sebesar 1009 jam (33,51%).

Hasil FMEA

Diketahui dari hasil analisa bahwa penyebab kegagalan terbesar yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE pada faktor reduce speed loss adalah kecepatan mesin berkurang dengan RPN sebesar 200. Dan penyebab kegagalan terbesar yang mempengaruhi rendahnya nilai

OEE pada faktor breakdown loss adalah kerusakan mold dengan RPN sebesar 280
Usulan Perbaikan

Dari penyebab kegagalan kecepatan mesin berkurang pada mesin Injection Molding CF 300 usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah:

Membuat jadwal pergantian masing-masing komponen mesin dan rutin melakukan pergantian komponen berdasarkan interval pergantian yang telah ditentukan tersebut.

Menerapkan *autonomous maintenance* yang bertujuan untuk meningkatkan kepekaan operator terhadap kondisi mesin injection molding dan meningkatkan kemampuan operator untuk melakukan pemeliharaan mandiri sehingga dapat menjaga performance mesin.

Melakukan perawatan preventive maintenance dengan diberlakukannya sistem *daily Maintenance* (seperti pengisian oli, pengecekan temperatur oli, cek nosel apa mengalami kebocoran, cek tekanan mold, cek sirkulasi pendingin cetakan, cek tekanan pompa hidraulik, cek tekanan highpress clamp dan cek kondisi mold), *weekly Maintenance* (seperti melakukan pergantian oli, Pembersihan tangki oli, pengencangan baut-baut selang, dll), *monthly maintenance* (seperti melakukan pembongkaran barrel dan nosel untuk mengecek kondisi part dan komponen, melakukan overhaul, pembersihan colling tower, dll) terhadap mesin agar dapat menjaga performance mesin agar tetap stabil.

Dari penyebab kegagalan kerusakan *mold* pada mesin *Injection Molding*

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah: Tidak menggunakan peralatan kerja yang dapat merusak mold (seperti obeng, palu dan pisau) disarankan menggunakan peralatan yang lunak (seperti tang terbuat dari plastik, tembaga atau kuningan) untuk menghindari kerusakan cetakan, menggunakan air bersih untuk air pendingin, hindari tekanan clamp yang berlebihan dan tekanan injeksi yang tinggi dan produk yang over, lumasi komponen yang perlu. memastikan kebersihan area kerja dan penyimpanan mold agar terhindar dari kontaminasi. rutin melakukan check mold setiap bulannya dan dilakukan repair mold apabila sudah terjadi sedikit kerusakan pada

mold tidak menunggu sampai kerusakan bertambah parah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integerated Maintenance Sysytem)*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Amilia, K. (2019). *Analisis Kinerja Fasilitas Produksi Dioctyle Phtalate dan Diisononyl Phthalate Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Gresik, Program Studi Teknik Industri
- Irsan, N., K. (2015) *Intergerasi Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin Hammer Mill Di PT. Salix Bintama Prima. Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan.*
- Nakajima, S.(1998). *Introduction to TPM*. Tokyo: Produktivity Press INC
- Rimawan, E., & Raif, A.M., & Rusli, M.S.(2016). *Overall Equipment Eveciveness (OEE) Pada Proses Packing di Line 2 (Studi Kasus PT. Multi Bintang Indonesia. TBK) Sinergi, 20(2),140-148*
- Rusmiati, Emi.2012. *Penerapan Fuzzy FMEA dalam mengidentifikasi kegagalan pada proses produksi di, PT Daesol Indonesia. Jakarta Program Studi Teknik dan Manajemen Industri, Sekolah Tinggi Manajemen Industri.*
- Suliantoro, H., N., Prastawa, H., & Anita M, I. S (2017). *Penerapan Metode Overall Equipment Eveciveness (OEE) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengukur Efektivitas Mesin Reng. Jati Urip : Jurnal Teknik Industri, 12(2),105-118*
- Triwardani, D., H., Rachman, A., & Tantrika .,M (2013). *Analisis Overall Equipment Eveciveness (OEE) dalam meminimalisi Six Big Losses pada Mesin Produksi Dual Filters DD07 (Studi Kasus PT Filtrona Indonesia :Jurnal Teknik Industri, 2 (1) 2355-2166*
- Yaqin, A. (2018). *Analisis Kerja Mesin Injection Moulding Dengan Metode Overall Equipment Eveciveness (OEE) Dan Failure Mode And Effects Analysis (FMEA)*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Gresik, Program Studi Teknik Industri,
- Khasanah, S., Mahbubah, N., & Hidayat, H. (2021). *Deteksi Defect Proses Produksi Sarung Menggunakan ATBM Berbasis Metode Failure Mode and Effect Analysis. JATI EMAS (Jurnal Aplikasi Teknik Dan Pengabdian Masyarakat), 5(3), 143-150. doi:10.36339/je.v5i3.502*
- Hidayat, H., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. (2020). *ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESIN CNC CUTTING.*